Cadre de suivi écologique de la zone de protection marine Manicouagan (Québec) : Bilan des connaissances et identification des composantes écologiques à suivre

S. Mark, L. Provencher, E. Albert et C. Nozères

Direction régionale des sciences et
Direction régionale des océans, de l'habitat et des espèces en péril
Pêches et Océans Canada
Institut Maurice-Lamontagne
850, route de la Mer
Mont-Joli (Québec) G5H 3Z4

2010

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques 2914

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports techniques contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui ne sont pas normalement appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Les rapports techniques sont destinés essentiellement à un public international et ils sont distribués à cet échelon. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques de Pêches et Océans Canada, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports techniques peuvent être cités comme des publications à part entière. Le titre exact figure au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports techniques sont résumés dans la base de données *Résumés des sciences aquatiques et halieutiques*.

Les rapports techniques sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement auteur dont le nom figure sur la couverture et la page du titre.

Les numéros 1 à 456 de cette série ont été publiés à titre de Rapports techniques de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 457 à 714 sont parus à titre de Rapports techniques de la Direction générale de la recherche et du développement, Service des pêches et de la mer, ministère de l'Environnement. Les numéros 715 à 924 ont été publiés à titre de Rapports techniques du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 925.

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Technical reports contain scientific and technical information that contributes to existing knowledge but which is not normally appropriate for primary literature. Technical reports are directed primarily toward a worldwide audience and have an international distribution. No restriction is placed on subject matter and the series reflects the broad interests and policies of Fisheries and Oceans Canada, namely, fisheries and aquatic sciences.

Technical reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is abstracted in the data base *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts*.

Technical reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page.

Numbers 1-456 in this series were issued as Technical Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 457-714 were issued as Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate Technical Reports. Numbers 715-924 were issued as Department of Fisheries and Environment, Fisheries and Marine Service Technical Reports. The current series name was changed with report number 925.

Rapport technique canadien
des sciences halieutiques et aquatiques 2914

2010

Cadre de suivi écologique de la zone de protection marine Manicouagan (Québec) : bilan des connaissances et identification des composantes écologiques à suivre

par

S. Mark[1], L. Provencher[1], E. Albert[2] et C. Nozères[1]

[1]Direction régionale des Sciences et
[2]Direction régionale des Océans, de l'Habitat et des Espèces en péril
Pêches et Océans Canada
Institut Maurice-Lamontagne
850, route de la Mer
Mont-Joli (Québec)
G5H 3Z4

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2010.
N° de cat. Fs 97-6/2914F ISSN 0706-6570

On doit citer la publication comme suit :

Mark, S., Provencher, L., Albert, E. et Nozères, C. 2010. Cadre de suivi écologique de la zone de protection marine Manicouagan (Québec) : bilan des connaissances et identification des composantes écologiques à suivre. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2914 : xi + 121 p.

TABLE DES MATIÈRES

Table des matières iii

Liste des tableaux v

Liste des figures vii

Liste des annexes ix

Avant-propos x

Résumé xi

Abstract xi

1.0 Introduction 1

2.0 La ZPM Manicouagan 2

2.1 DESCRIPTION ÉCOLOGIQUE GÉNÉRALE 2
2.2 PRESSIONS ET PRÉOCCUPATIONS 3
2.3 OBJECTIFS DE CONSERVATION 4

3.0 Environnement abiotique 5

3.1 LE FOND MARIN 5
3.1.1 Relief 5
3.1.2 Types de sédiments 6
3.1.3 Qualité des sédiments 8
3.1.4 Connaissances à acquérir 9
3.2 L'EAU 9
3.2.1 Température et salinité 9
3.2.2 Courants 14
3.2.3 Apport d'eau douce 16
3.2.4 Hydrodynamique des estuaires de rivières 16
3.2.5 Sels nutritifs 17
3.2.6 Oxygène 18
3.2.7 Qualité de l'eau 19
3.2.8 Connaissances à acquérir 21

4.0 Environnement biotique 22

4.1 PHYTOPLANCTON 22
4.1.1 Algues toxiques 23
4.1.2 Connaissances à acquérir 24
4.2 PHYTOBENTHOS 25
4.2.1 Macroalgues 25

4.2.2 Microalgues benthiques 26
4.2.3 Zostère marine 26
4.2.4 Végétation des marais salés 28
4.2.5 Phytobenthos exotique envahissant 29
4.2.6 Connaissances à acquérir 30
4.3 ZOOPLANCTON 31
4.3.1 Connaissances à acquérir 33
4.4 ZOOBENTHOS 34
4.4.1 Intertidal 35
4.4.2 Infralittoral, circalittoral et bathyal 35
4.4.3 Espèces d'invertébrés exploitées 46
4.4.4 Espèces zoobenthiques exotiques envahissantes 49
4.4.5 Connaissances à acquérir 51
4.5 POISSONS 52
4.5.1 Intertidal 52
4.5.2 Infralittoral, circalittoral et bathyal 53
4.5.3 Espèces de poissons exploitées 57
4.5.4 Espèces de poissons en péril 57
4.5.5 Connaissances à acquérir 59
4.6 MAMMIFÈRES MARINS 61
4.6.1 Espèces de mammifères marins en péril 61
4.6.2 Phoque commun 63
4.6.3 Connaissances à acquérir 66

5.0 Pressions causées par les activités humaines 67

5.1 AMÉNAGEMENTS ARTIFICIELS 67
5.1.1 Barrages hydroélectriques 67
5.1.2 Aménagement des berges 69
5.2 REJETS DE SUBSTANCES DE SOURCES TERRESTRES 70
5.3 PÊCHE, CHASSE ET ACTIVITÉS NAVALES ET RÉCRÉOTOURISTIQUES 72
5.3.1 Pêche et chasse 72
5.3.2 Activités navales et récréotouristiques 74

6.0 Composantes écologiques à suivre 75

6.1 COMPOSANTES POUR ÉVALUER LA PERFORMANCE DE LA ZPM 75
6.1.1 Composantes biotiques 75
6.1.2 Composantes abiotiques 79
6.2 COMPOSANTES POUR ÉVALUER L'ÉTAT DE L'ÉCOSYSTÈME DE LA ZPM 80

7.0 Conclusion 83

8.0 Remerciements 84

9.0 Références 85

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Préoccupations environnementales identifiées dans le plan de gestion de la ZPM. 4

Tableau 2. Objectifs de conservation tirés des buts et objectifs de la ZPM Manicouagan. 4

Tableau 3. Projets de recherche apportant de l'information sur le fond marin. 8

Tableau 4. Besoins en termes d'acquisition de connaissances sur le fond marin. 9

Tableau 5. Projets de recherche et monitorage apportant de l'information sur l'eau. 20

Tableau 6. Besoins en termes d'acquisition de connaissances sur l'eau. 21

Tableau 7. Projets de recherche et monitorage apportant de l'information sur le phytoplancton. 24

Tableau 8. Besoins en termes d'acquisition de connaissances sur le phytoplancton. 24

Tableau 9. Projets de recherche apportant de l'information sur le phytobenthos. 30

Tableau 10. Besoins en termes d'acquisition de connaissances sur le phytobenthos..... 30

Tableau 11. Projets de recherche et monitorage apportant de l'information sur le zooplancton..... 33

Tableau 12. Besoins en termes d'acquisition de connaissances sur le zooplancton..... 33

Tableau 13. Total des captures commerciales dans la ZPM Manicouagan (incluant la mye commune, cueillie dans l'intertidal) de 1999 à 2008. 46

Tableau 14. Captures d'invertébrés (kg) enregistrées par année à l'intérieur des limites de la ZPM (incluant la mye commune, cueillie dans l'interdidal)..... 46

Tableau 15. Projets de recherche et monitorage apportant de l'information sur le zoobenthos. 50

Tableau 16. Besoins en termes d'acquisition de connaissances sur le zoobenthos. 51

Tableau 17. Captures de poissons (kg) enregistrées à l'intérieur des limites de la ZPM.. 57

Tableau 18. Espèces de poissons précaires selon le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) pouvant se trouver dans la ZPM. 59

Tableau 19. Projets de recherche et monitorage apportant de l'information sur les poissons. 60

Tableau 20. Besoins en termes d'acquisition de connaissances sur les poissons. 60

Tableau 21. Mammifères marins pouvant se trouver dans la ZPM, leur évaluation par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC), et leur statut en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP). 62

Tableau 22. Sites d'échouerie et nombre de phoques communs observés dans la ZPM Manicouagan lors des recensements aériens.. 64

Tableau 23. Projets de recherche et monitorage apportant de l'information sur les mammifères marins. 66

Tableau 24. Besoins en termes d'acquisition de connaissances sur les phoques communs. .. 66

Tableau 25. Activités humaines dans le secteur de la ZPM Manicouagan et les agents stressants qui en découlent. 68

Tableau 26. Les municipalités riveraines bordant la ZPM Manicouagan. 71

Tableau 27. Évaluation du statut de résidence des composantes biotiques considérées comme importantes pour la productivité et la biodiversité de l'écosystème de la ZPM Manicouagan 77

Tableau 28. Composantes biotiques retenues pour l'évaluation de la performance de la ZPM Manicouagan à atteindre les objectifs de conservation. 78

Tableau 29. Composantes abiotiques retenues pour l'évaluation de la performance de la ZPM Manicouagan à atteindre les objectifs de conservation. 79

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Emplacement et limites de la future ZPM Manicouagan.. 3

Figure 2. Zones bathymétriques et répartition approximative des masses d'eau en été..... 6

Figure 3. Répartition des différentes classes de sédiment par station..... 7

Figure 4. Dureté du substrat tel qu'indiqué par rétrodiffusion, avec une classification non supervisée du type de fond, obtenue à partir des relevés multifaisceaux (SHC). 7

Figure 5. Profils de température et salinité sur un transect échantillonné en juillet et octobre 2004. 11

Figure 6. Températures maximale, minimale, moyenne et la variance sur le fond moyennées sur 5 ans de 1996 à 2001.. 12

Figure 7. Salinités sur le fond maximale, minimale, moyenne et la variance moyennées sur 5 ans de 1996 à 2001.. 13

Figure 8. Courants dans l'estuaire maritime, montrant : a) le patron de circulation des eaux de surface et b) les courants résiduels à travers deux coupes transversales (1 et 2)..... 14

Figure 9. Courants maximal, minimal, moyen et la variance sur le fond moyennés sur 5 ans de 1996 à 2001.. 15

Figure 10. Variations saisonnières du débit moyen des rivières de la ZPM (2000-2006) et de la rivière Moisie (1979-1994).. 16

Figure 11. Saturation d'oxygène au fond mesurée dans la ZPM aux stations 1 à 19 en juillet 2004..... 19

Figure 12. Distribution de macroalgues, telle qu'observée sur les photos sous-marines individuelles prises dans l'infralittoral en 2007. 25

Figure 13. Les herbiers bordant la ZPM Manicouagan tels qu'observés sur des images satellites IKONOS saisies en 2004..... 27

Figure 14. Répartition de la végétation du marais salé de la Pointe-aux-Outardes selon l'interprétation d'images satellites IKONOS saisies en 2004..... 29

Figure 15. Biomasse moyenne de différents groupes de zooplancton échantillonnés en automne à deux des stations du programme de monitorage du zooplancton du Saint-Laurent de 1994 à 2006. 32

Figure 16. Densités de zooplancton (krill) et de petits poissons pélagiques observés lors des relevés hydroacoustiques réalisés en 2008..... 32

Figure 17. Abondance relative des invertébrés benthiques (excluant les crabes et les crevettes) échantillonnés par chalut dans la ZPM Manicouagan lors des relevés multispécifiques de 2008 et 2009. 36

Figure 18. Distribution des principaux bivalves échantillonnés dans la ZPM Manicouagan en 2007 et 2008 au moyen de divers engins. 39

Figure 19. Distribution des mollusques (petits bivalves et gastéropodes) et des crustacés (amphipodes et mysides) échantillonnés dans la ZPM Manicouagan de 2006 à 2008 au moyen de divers engins.. 40

Figure 20. Distribution des crabes et crevettes échantillonnés dans la ZPM Manicouagan en 2006 et 2007 au moyen de divers engins.. 41

Figure 21. Distribution des échinodermes échantillonnés dans la ZPM Manicouagan en 2006 et 2007 au moyen de photos sous-marines.. 42

Figure 22. Distribution des annélides (polychètes I et II) échantillonnés dans la ZPM Manicouagan en 2007 et 2008 au moyen de divers engins.. 43

Figure 23. Distribution des annélides (polychètes III et IV) échantillonnés dans la ZPM Manicouagan en 2007 et 2008 au moyen de divers engins.. 44

Figure 24. Distribution des cnidaires, des némertes et des siponcles échantillonnés dans la ZPM Manicouagan de 2006 à 2008 au moyen de divers engins.. 45

Figure 25. Poissons démersaux observés plus d'une fois sur les photos sous-marines dans la ZPM Manicouagan en 2006 et 2007 54

Figure 26. Biomasse relative des poissons (incluant les crabes) commerciaux et non-commerciaux échantillonnés par chalut lors des relevés multispécifiques de 2008 et 2009 dans le secteur de la ZPM Manicouagan. 56

Figure 27. Principaux sites d'échouerie et de mise bas utilisés par les phoques dans le secteur de la ZPM Manicouagan. 65

Figure 28. Barrages hydroélectriques aménagés sur les trois principales rivières se jetant dans la ZPM Manicouagan. 69

Figure 29. Sources de pollution terrestre dans le secteur de la ZPM Manicouagan.. 70

Figure 30. Captures de crabe des neiges, buccin commun, mactre de Stimpson, crevette nordique et flétan du Groenland dans la ZPM de 1999 à 2008. 73

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Buts et objectifs de la ZPM Manicouagan 95

Annexe 2. Faune benthique de l'intertidal 97

Annexe 3. Faune suprabenthique de l'intertidal 98

Annexe 4. Poissons retrouvés dans la ZPM Manicouagan 99

Annexe 5. Projets de recherche et monitorage dans la ZPM 100

Annexe 6. Mandat et liste des membres du comité scientifique 110

Annexe 7. Faune benthique et poissons démersaux dans la ZPM 111

AVANT-PROPOS

Le présent document constitue le cadre de suivi de la zone de protection marine (ZPM) Manicouagan, une zone de protection marine en voie d'être désignée. Ce cadre de suivi est en évolution depuis 2006. Outre le travail de recherche d'informations, de mise à jour des connaissances et de réflexion sur cette future zone de protection marine, ce document comprend le résultat de consultations de plusieurs scientifiques. Par exemple, à l'hiver 2006-07, trois ateliers de travail traitant respectivement 1) des ressources exploitées, 2) de la productivité et de l'océanographie et 3) de la diversité biologique dans le secteur de la ZPM, ont alimenté ce document. Les objectifs des ateliers étaient de mieux connaître les écosystèmes de la ZPM, d'identifier les composantes écologiques importantes, les connaissances à acquérir et, lorsque possible, de proposer des éléments du futur plan de suivi (compte rendu SCCS 2008/023). À la suite de ces ateliers, un comité scientifique a été mis sur pied en 2008 pour conseiller et appuyer l'équipe de la ZPM pour la planification et la mise en place du suivi écologique dans la ZPM.

Ce document est évolutif et sera mis à jour lorsque de nouvelles données seront disponibles. D'autres études, analyses et décisions subséquentes viendront préciser certains éléments qui sont abordés ici à un niveau général.

RÉSUMÉ

Mark, S., Provencher, L., Albert, E. et Nozères, C. 2010. Cadre de suivi écologique de la zone de protection marine Manicouagan (Québec) : bilan des connaissances et identification des composantes écologiques à suivre. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2914 : xi + 121 p.

Le secteur marin au large de la péninsule de Manicouagan a été ciblé comme future zone de protection marine (ZPM) en vue de conserver et protéger cet espace marin productif et diversifié. Dans le cadre du programme Santé des Océans, la Direction régionale des sciences du ministère des Pêches et des Océans doit fournir aux gestionnaires des ZPM (Direction régionale des océans, de l'habitat et des espèces en péril) une recommandation de suivi écologique pour chacune des ZPM. Le développement d'un suivi écologique comprend trois étapes : dresser le portrait de la zone, concevoir le suivi et, enfin, le réaliser. Le présent document traite des deux premières étapes en dressant le portrait de l'écosystème de la ZPM Manicouagan à partir des connaissances disponibles et en ciblant les composantes écologiques à suivre pour évaluer l'atteinte des objectifs de conservation de la ZPM. Deux groupes de composantes ont été sélectionnés : 1) celui des composantes dites représentatives de la ZPM qui permettront d'évaluer la performance de la ZPM dans l'atteinte des objectifs de conservation et 2) celui des composantes qui permettront un suivi de l'état global de l'écosystème de la ZPM et apporteront un support à l'interprétation des indicateurs de performance.

ABSTRACT

Mark, S., Provencher, L., Albert E. et Nozères, C. 2010. Cadre de suivi écologique de la zone de protection marine Manicouagan (Québec) : bilan des connaissances et identification des composantes écologiques à suivre. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2914 : xi + 121 p.

The marine area off the Manicouagan peninsula has been targeted as a future Marine Protected Area (MPA) to conserve and protect this diverse and productive maritime area. Under the Health of the Oceans agenda, the Science Branch of Fisheries and Oceans must provide MPA managers (Regional Branch, Oceans, Habitat and Species at Risk) with a recommendation of ecological monitoring for each MPA. The establishment of an ecological monitoring plan involves three steps: forming a portrait of the area, designing the monitoring, and finally executing the plan. This document covers the first two steps by profiling the ecosystem of the Manicouagan MPA from the knowledge available to date and targeting ecological components to follow in order to evaluate achievement of the MPA conservation objectives. Two groups of components were selected : 1) representative MPA components that will allow evaluation of the performance of the MPA in achieving its conservation objectives, and 2) components that will permit monitoring of the overall state of the MPA's ecosystem and that will aid in interpreting performance indicators.

1.0 INTRODUCTION

Le secteur marin au large de la péninsule de Manicouagan a été ciblé comme future zone de protection marine (ZPM) en vue de conserver et protéger cet espace marin productif et diversifié.

Dans le cadre du programme Santé des Océans, la Direction des sciences du ministère des Pêches et des Océans (MPO) doit fournir aux gestionnaires des ZPM (Direction régionale des océans, de l'habitat et des espèces en péril) une recommandation de suivi écologique pour chacune des ZPM. Le suivi écologique, proposé par le secteur des sciences, sera intégré au plan de surveillance de la ZPM élaboré par les gestionnaires de la ZPM. Un suivi écologique doit permettre de vérifier l'atteinte des buts et objectifs de conservation de la ZPM et l'efficacité des mesures de gestion. Le suivi écologique ne traite que des volets de la surveillance liés à la biologie et l'écologie; ainsi, les volets sociaux, économiques ou culturels ne sont pas visés dans ce contexte.

Le présent document constitue, à ce jour, le cadre pour le suivi écologique de la ZPM Manicouagan. Le développement d'un suivi écologique comprend trois étapes : dresser le portrait de la zone, concevoir le suivi et, enfin, le réaliser (Davis 2005). Dans ce document, la première étape du développement du suivi est réalisée en dressant le portrait de la ZPM Manicouagan en fonction des connaissances actuelles. La deuxième étape, la conception du suivi, est amorcée en définissant les composantes écologiques qui doivent être suivies pour vérifier l'atteinte des objectifs de conservation de la ZPM. Pour ce faire, les auteurs se sont basés sur les expériences provenant d'autres aires marines protégées, particulièrement celle de Channel Islands en Californie (Davis 2005, California Department of Fish & Game 2004), un guide d'évaluation de l'efficacité de gestion des aires marines protégées (Pomeroy *et al.* 2006) et une approche pour l'évaluation et le suivi de la santé des écosystèmes (Mark *et al.* 2003). Un guide sur le monitorage régional des ressources marines (Scheltinga *et al.* 2004) et un rapport sur les effets écosystémiques des activités de pêches (ICES 2006) ont également servi d'ouvrages de références.

Le document :

- résume les connaissances actuelles utiles à l'élaboration d'un programme de suivi
- répertorie les données et les programmes de suivi existants pertinents pour la ZPM
- identifie les lacunes sur le plan des connaissances
- identifie les composantes écologiques importantes de l'écosystème de la ZPM
- identifie les composantes écologiques à suivre pour évaluer l'atteinte des objectifs de conservation de la ZPM.

2.0 LA ZPM MANICOUAGAN

Le projet de zone de protection marine dans le secteur de la péninsule de Manicouagan est issu de la *Loi sur les océans*, en vigueur depuis 1997. Cette loi comprend une stratégie nationale pour la gestion des océans, basée sur les principes de développement durable, de gestion intégrée des activités et de prévention. La stratégie implique, entre autres, la création d'un réseau national de ZPM.

Il y a cinq raisons pour lesquelles un espace maritime peut être désigné ZPM. Quatre d'entre elles visent à conserver et protéger :

- les ressources halieutiques, y compris les mammifères marins, et leur habitat
- les espèces menacées ou en voie de disparition, et leur habitat
- les espaces marins riches en biodiversité ou très productifs
- les habitats uniques

La cinquième raison concerne d'autres besoins pour la réalisation du mandat du ministère des pêches et des océans, par exemple la recherche scientifique. La mise en œuvre d'une ZPM se fait via une réglementation, un plan de gestion et un plan de suivi.

En 1998, le Parc Nature de Pointe-aux-Outardes a suggéré le secteur de la péninsule de Manicouagan comme site d'intérêt pour la création d'une éventuelle ZPM. Après un processus de sélection, ce site a été ciblé parmi plusieurs autres options en vue de conserver et protéger cet espace maritime riche en biodiversité et très productif. Aussi, ce site a été sélectionné en raison de l'intérêt exprimé par la communauté locale, créant ainsi la base d'un projet commun.

2.1 DESCRIPTION ÉCOLOGIQUE GÉNÉRALE

La future ZPM Manicouagan est située sur la rive nord de l'estuaire du Saint-Laurent, au Québec (Figure 1). Elle ceinture la péninsule de Manicouagan entre les estuaires des rivières Betsiamites et Manicouagan et s'étend de la laisse de basse mer jusqu'au chenal Laurentien (isobathe de 300 m de profondeur), couvrant 517 km^2. Le mélange de l'eau douce des rivières Betsiamites, aux Outardes et Manicouagan et des eaux salées de l'estuaire du Saint-Laurent crée des conditions favorables à la production primaire (Therriault et Levasseur 1985, Therriault *et al.* 1985). Cette production primaire, étant la base de la chaîne alimentaire, profite à plusieurs espèces d'invertébrés, de poissons et de mammifères marins que l'on retrouve dans des habitats variés, de l'infralittoral jusqu'aux eaux profondes.

Adjacents à la ZPM, plusieurs habitats contribuent de façon importante aux productivités primaire et secondaire et à la diversité biologique de la ZPM. Ces habitats comprennent le marais salé de Pointe-aux-Outardes, qui est le plus vaste de la Côte-Nord (5 km^2), et les grands herbiers de zostères marines, couvrant plus de 14 km^2. Ces herbiers servent d'abri, d'aire d'alimentation ou de site de frai à de nombreuses espèces marines à différents stades de leur cycle de vie. Les battures sablonneuses supportent également d'importants bancs de myes communes et servent d'aire de repos et de mise bas aux phoques communs.

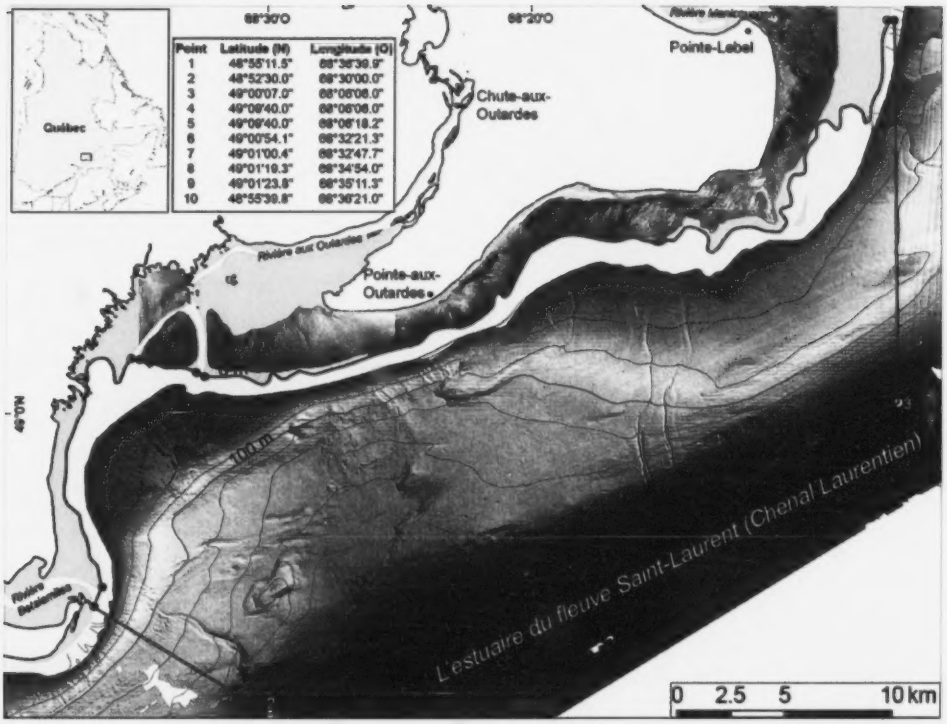


Figure 1. Emplacement et limites de la future ZPM Manicouagan. L'image du fond marin a été créée à partir des données d'un sondage multifaisceaux effectué par le Service hydrographique du Canada. Une image satellite IKONOS permet de voir la batture près de la côte et les herbiers de zostères.

2.2 PRESSIONS ET PRÉOCCUPATIONS

Un comité technique a été mis sur pied, rassemblant des représentants de la MRC de Manicouagan, du conseil de bande de Betsiamites, du Parc Nature de Pointe-aux-Outardes et du MPO. Ce comité a élaboré un plan de gestion préliminaire qui formule, entre autres, les préoccupations et pressions environnementales, les objectifs de la ZPM, une liste d'initiatives de gestion. Ce plan a été soumis à une consultation publique.

À partir de leurs connaissances de la ZPM et d'un portrait dressé par Naturam Environnement (1999), les membres du comité technique ont identifié les activités et les pressions pouvant affecter la diversité et la productivité biologiques de la ZPM, soient :

- les aménagements hydroélectriques
- les aménagements des berges et l'érosion
- l'émission d'eaux usées industrielles et domestiques
- la diffusion d'eau d'écoulement (agriculture, sites d'enfouissement, tourbières)
- la pêche et la chasse
- l'aquaculture (activité potentielle)
- la navigation maritime
- les activités récréatives et touristiques

De ces activités et pressions découlent une série de préoccupations environnementales, indiquées dans le plan de gestion (Tableau 1).

Tableau 1. Préoccupations environnementales identifiées dans le plan de gestion de la ZPM.

➢ Qualité de l'eau et des sédiments	➢ Dégradation des bancs de myes
➢ Dégradation des fonds marins	➢ Surexploitation des espèces commerciales
➢ Diminution de la biodiversité	➢ Dégradation des berges et glissements de terrains
➢ Modification des communautés biologiques	➢ Dérangement du phoque commun
➢ Dégradation des herbiers de zostères	➢ Mortalité du phoque commun
➢ Dégradation des sites de frai	➢ Dérangement des cétacés
➢ Dégradation des marais salés	➢ Mortalité des cétacés

2.3 OBJECTIFS DE CONSERVATION

La conservation et la protection des espaces marins, riches en biodiversité et productivité biologique, constituent la raison d'être de la ZPM. Cinq buts, chacun étant détaillé par des objectifs connexes plus spécifiques, découlent de cette raison d'être et sont listés dans le plan de gestion de la ZPM (Annexe 1). Parmi ces buts et objectifs, certains sont plus spécifiquement des objectifs de conservation (Tableau 2). Ce sont ces objectifs qui seront visés par le suivi écologique de la ZPM. Les buts et objectifs d'ordres socio-économique et administratif nécessiteront également un suivi (voir Pomeroy *et al.* 2006, Walmsley 2006), mais ne feront pas partie du suivi écologique en tant que tel.

Les objectifs de conservation se dessinent sur deux axes : « Conserver et protéger les habitats et les espèces d'importance pour la diversité et la productivité biologiques » et « Assurer une exploitation durable des ressources marines » (Tableau 2). Pour atteindre ces objectifs, les gestionnaires de la ZPM s'appuieront sur le règlement et sur les mesures établies dans le plan de gestion. Une fois développé, le suivi écologique servira à vérifier l'atteinte de ces objectifs et l'efficacité des mesures de gestion de la ZPM.

Tableau 2. Objectifs de conservation tirés des buts et objectifs de la ZPM Manicouagan.*

Conserver et protéger les habitats et les espèces d'importance pour la diversité et la productivité biologiques de la ZPM (But 1) - Rétablir ou maintenir la qualité, la diversité et la productivité des habitats jugés importants (Objectif 1A) - Rétablir ou maintenir la qualité de l'eau et des sédiments (Objectif 1B) - Protéger les espèces marines jugées importantes (Objectif 1C)
Favoriser l'utilisation durable et respectueuse des ressources marines et du territoire (But 4) - Assurer une exploitation durable des ressources marines (Objectif 4C)

*Voir l'annexe 1 pour la liste des buts et objectifs de la ZPM Manicouagan identifiés dans le plan de gestion de la ZPM Manicouagan. Le numéro du but ou de l'objectif listé dans l'annexe 1 est inscrit entre parenthèses.

3.0 ENVIRONNEMENT ABIOTIQUE

La diversité et la productivité biologiques de la ZPM se déploient dans un environnement physico-chimique dont les caractéristiques sont présentées brièvement dans les sections 3.1 et 3.2. Cette description est alimentée principalement par les données provenant des études et programmes passés ou actuels pouvant fournir de l'information sur le fond marin (Tableau 3) et sur l'eau (Tableau 4).

3.1 LE FOND MARIN

3.1.1 Relief

Les relevés bathymétriques réalisés dans la ZPM par le Service hydrographique du Canada (SHC) révèlent une configuration s'apparentant à un plateau continental (Figures 1 et 2; R-01, Tableau 3). L'infralittoral est caractérisé principalement par une large batture de faible pente (environ 0,5 %) qui se termine par un talus à forte pente (environ 10 %), plus abrupte à l'ouest de la ZPM. L'étage circalittoral, environ entre 40 à 200 m, constitue la majeure partie de la ZPM (environ 5 à 10 km de large). De 40 à environ 100 m la pente est très abrupte dans la partie ouest, tandis qu'à l'est, une longue pointe s'avance avec une faible pente sur plusieurs kilomètres. Plus profond, de 100 à 200 m, la configuration s'inverse avec une vaste et profonde baie sous-marine à l'ouest et une pente abrupte à l'est. À plus de 200 m, cette pente se perpétue d'est en ouest et constitue le flanc du chenal Laurentien qui occupe la plaine bathyale de l'estuaire du Saint-Laurent.

Les estuaires des rivières Betsiamites, aux Outardes et Manicouagan et la zone intertidale font partie intégrante de l'écosystème de la ZPM. L'image satellite IKONOS révèle le relief des chenaux de la rivière aux Outardes et des battures sableuses qui s'étendent sur 2 à 4 km (Figure 1). Plus au large, l'image multifaisceaux montre des chenaux sous-marins qui prolongent les embouchures des rivières. Le delta sous-marin de la rivière Manicouagan est plus marqué que ceux des rivières aux Outardes et Betsiamites.

Dans la partie sud-ouest de la ZPM, la rivière aux Outardes semble apporter plus de sédiments au fond marin que la rivière Betsiamites (Duchesne *et al.* 2003, M. Duchesne comm. pers.). Toutefois, depuis la construction des barrages sur la rivière aux Outardes dans les années 1970, l'apport sédimentaire de la rivière est moindre. L'apport sédimentaire proviendrait maintenant en grande partie de l'érosion des falaises argileuses présentes dans le secteur (Duchesne *et al.* 2003). Cet apport de sédiments sur les pentes sous-marines abruptes, pourrait être la principale cause des glissements de terrain sous-marins, dont on voit les traces sur l'image multifaisceaux (Duchesne *et al.* 2003).

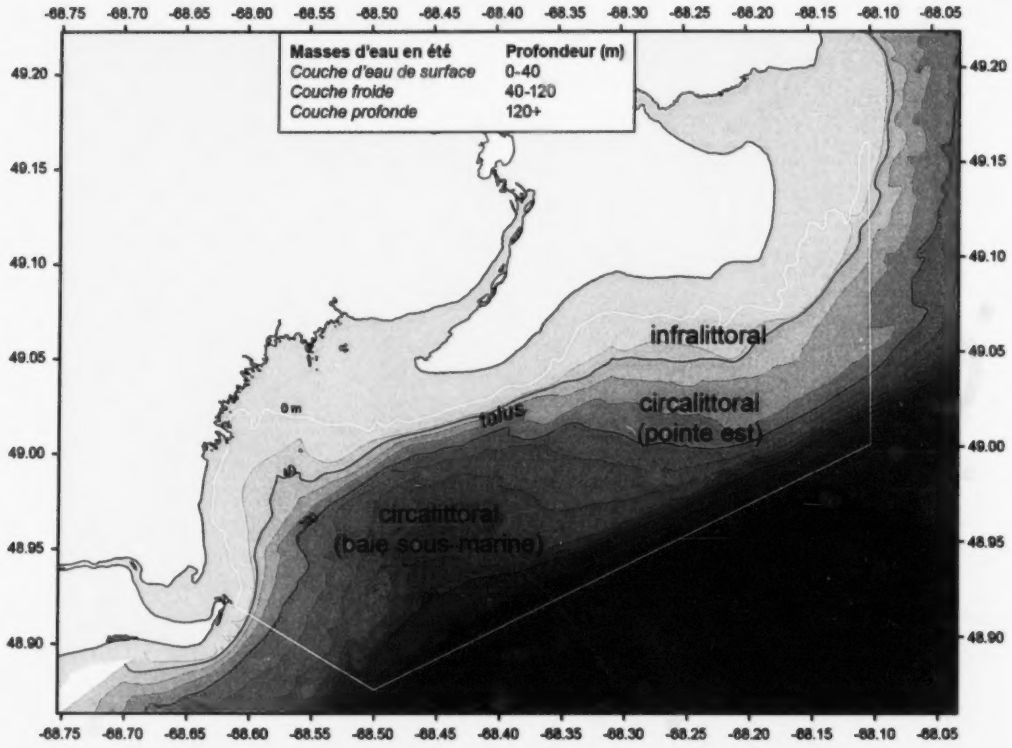


Figure 2. Zones bathymétriques et répartition approximative des masses d'eau en été.

3.1.2 Types de sédiments

Le fond marin de la ZPM est de type sédimentaire. Un échantillonnage des sédiments effectué dans la ZPM en 2006 et 2007 démontre que le sable domine en faible profondeur (5 à 40 m), étant fin à très fin à l'ouest et moyen à grossier à l'est (Figure 3) (L. Provencher, IML, données inédites, R-04 et R-05, Tableau 3). À l'ouest, on trouve également de l'argile compacte recouverte de sable grossier. À l'est, une pointe sableuse s'avance dans l'estuaire du Saint-Laurent. Plus en profondeur, le sédiment devient graduellement plus fin, avec du sable fin vaseux entre 40 et 120 m et du limon de 120 m jusqu'au chenal Laurentien. Le limon caractérise alors la baie sous-marine à l'ouest de la ZPM. Ce gradient observé dans le sédiment, de grossier près de la côte à fin dans le chenal Laurentien, correspond à celui décrit pour l'estuaire maritime (Loring et Nota 1973).

En observant la figure 4 où les types de fond sont représentés selon leur dureté (classification non supervisée des données de réflectivité acquise lors des sondages multifaisceaux par le SHC), on constate que, dans l'ensemble, les fonds mous correspondent aux zones de sédiment fin et que les fonds les plus durs aux sables plus grossiers retrouvés en zone infralittorale (R-02, Tableau 3). Cette évaluation doit néanmoins être calibrée à l'aide d'échantillons de sédiments par une classification supervisée.

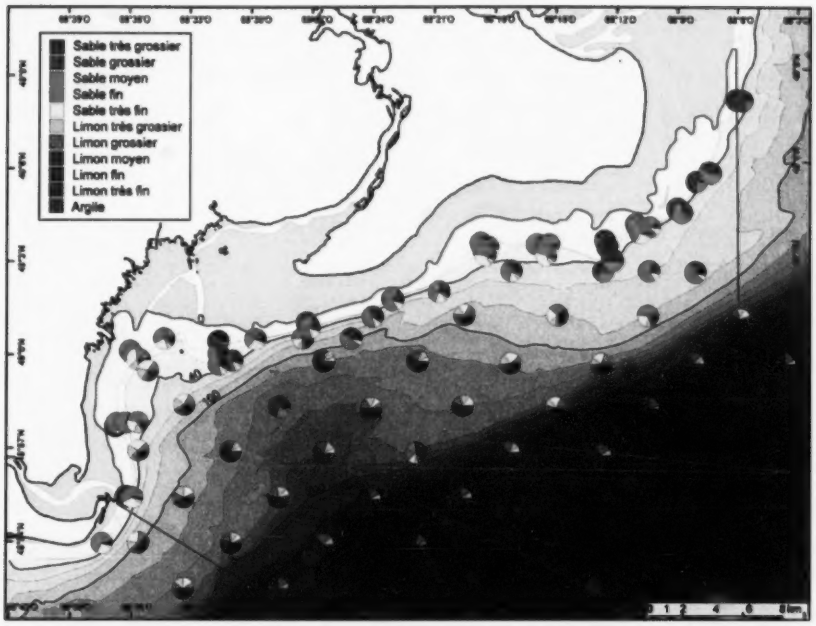


Figure 3. Répartition des différentes classes de sédiment par station.

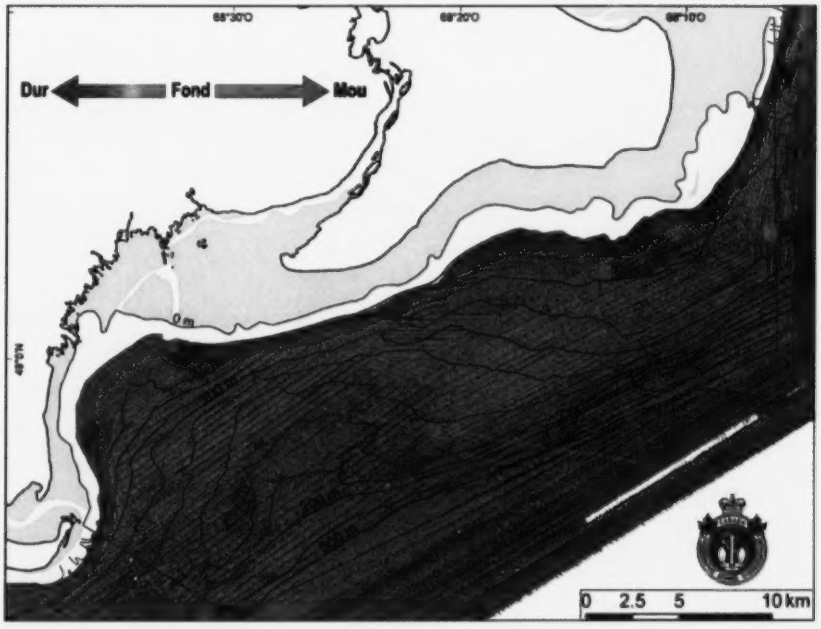


Figure 4. Dureté du substrat tel qu'indiqué par rétrodiffusion, avec une classification non supervisée du type de fond, obtenue à partir des relevés multifaisceaux (SHC).

Tableau 3. Projets de recherche apportant de l'information sur le fond marin.

Composante Projet de recherche (R)*	**Couverture** (ZPM ou à proximité)	**Année d'étude**
[illegible]		
R-01 Mission Creed EM1000 (relevés multifaisceaux)	Circalittoral et bathyal 50 – 300 m)	2000
R-01 Mission Creed EM1002 (relevés multifaisceaux)	Circalittoral (30 – 50 m)	2005
R-01 Mission Guillemot EM3002 (relevés multifaisceaux)	Infralittoral (5 – 30 m)	2005-2006
[illegible]		
R-Inventaire d'une zone d'étude à Pointe-aux-Outardes (Naturam Environnement 1996, 1999)	Intertidal (26 stations) Infralittoral (12 stations)	1995
R-Caractérisation des herbiers de zostères bordant la ZPM (Grant et Provencher 2007)	Intertidal (33 stations)	2004-2005
R-02 Classification des fonds marins (rétrodiffusion)	Toutes les zones entre 5 et 320 m	2005-2006
R-03 Comparaison des communautés benthiques à *Macoma balthica*	Intertidal (24 stations)	2001
R-04 Caractérisation des communautés benthiques de la ZPM – I	Toutes les zones entre 5 et 320 m (48 stations)	2006
R-05 Caractérisation des communautés benthiques de la ZPM – II	14 transects de 0 à 30 m (42 stations)	2007
[illegible]		
R-Analyse chimique des sédiments (Roche ltée 1987a)	Estuaire de la rivière Manicouagan (8 stations)	1986

* Le numéro associé à la lettre R (ex. : R-01) réfère au projet de recherche dont une description est présentée à l'annexe 5.

Dans la zone intertidale, les grandes battures de sable sont interrompues à certains endroits par des parcelles argileuses et par de longs herbiers de zostères, où le sédiment est beaucoup plus fin (Grant et Provencher 2007 et R-03, Tableau 3).

3.1.3 Qualité des sédiments

Il n'existe pas de données spécifiques sur la qualité des sédiments de la ZPM. Fortin *et al.* (1996) dressent un portrait assez exhaustif de la contamination des sédiments dans l'estuaire maritime. Les données indiquent un niveau de pollution modéré des sédiments du chenal Laurentien par le mercure, le plomb et le zinc (concentrations dépassant le seuil d'effets mineurs). De plus, les données révèlent une légère contamination des sédiments par des composés organochlorés (BPC, insecticides) et des hydrocarbures (pétroles, HAP) (Fortin *et al.* 1996).

La ZPM se trouve à proximité de la baie des Anglais, où une contamination importante liée aux rejets d'effluents industriels locaux a été documentée (Bertrand *et al.* 1988, Langlet *et al.* 1991). Cette baie est parmi les zones marines les plus contaminées du nord-

est américain en ce qui concerne les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (Lee *et al.* 1999) et de l'est du Canada en ce qui a trait aux biphényles polychlorés (BPC) (Bertrand *et al.* 1988). Dans la ZPM, la présence éventuelle de contaminants chimiques n'a toutefois pas été explorée. Quelques échantillons de sédiment récoltés dans l'estuaire de la rivière Manicouagan contenaient de faibles concentrations de polluants (Roche ltée 1987a). Cependant, les sédiments échantillonnés étaient grossiers et donc moins propices à l'accumulation de contaminants. Plusieurs pressions environnementales, qui pourraient diminuer la qualité des sédiments de la ZPM, ont été identifiées dans le plan de gestion (écoulement des sites d'enfouissement, réservoirs d'huile, déchets, eaux usées).

3.1.4 Connaissances à acquérir

Les connaissances sur le relief du fond marin dans la zone de 0 à 5 m resteront à compléter. Les sédiments des différentes zones de la ZPM Manicouagan devraient être échantillonnés dans le but de localiser, s'il y a lieu, les sites contaminés et d'évaluer leur type et leur niveau de contamination. L'analyse d'une carotte de sédiments dans les zones de forte sédimentation pourrait donner une idée de l'évolution temporelle de la contamination pour les décennies passées (Tableau 4).

Tableau 4. Besoins en termes d'acquisition de connaissances sur le fond marin.

❑ Bathymétrie dans la zone 0 à 5 m de la ZPM
❑ Contamination des sédiments de la ZPM (sites, type et niveau de contamination)
❑ Évolution temporelle historique de la contamination (carotte)

3.2 L'EAU

3.2.1 Température et salinité

Dans l'estuaire maritime, trois masses d'eau se superposent en été en raison de différences de température et de salinité (Koutitonsky et Bugden 1991, Gilbert *et al.* 2005). La couche de surface, qui est une eau diluée par l'eau douce venue du fleuve et des rivières, peut atteindre une température de 20° C et une épaisseur de 30 m. La couche en dessous, la couche intermédiaire froide (CIF), est plus salée que la couche de surface mais moins que la couche profonde. Elle est cependant la couche la plus froide. La couche d'eau profonde, plus chaude que la CIF, est la plus salée et est comparable à l'eau de l'Atlantique. L'automne, l'eau de surface refroidit et devient plus salée, ce qui, avec les vents plus forts, permet un mélange avec la couche intermédiaire froide, formant une seule couche. La température et la salinité de la couche profonde reste stables tout au long de l'année.

Dans la ZPM, on retrouve également ces trois masses d'eau en été. Des profils de température et salinité ont été effectués avec une sonde CTD en juillet et en octobre 2004 lors d'échantillonnages de poissons de fond dans la ZPM. Ces profils démontrent bien ces trois masses d'eau autant en juillet qu'en octobre (J.-D. Dutil, IML, données inédites, R-09, Tableau 5). Selon ces données, la température maximale dans la couche de surface est de 10 à 12° C en juillet et de 5 à 6° C en octobre et la salinité plus faible

en été (Figure 5). La CIF se trouve environ entre 70 et 125 m en juillet (température de -1 à 0° C) et à 100 m en octobre (température de 0° C). À des profondeurs de 250 m, les conditions de température et de salinité sont uniformes dans le temps et l'espace, avec une température d'environ 5° C, et une salinité élevée autour de 34. À 150 m de profondeur, la température est plus basse, et la variation saisonnière encore faible. À moins de 100 m de profondeur la variation saisonnière est significative et la variation entre les stations est plus grande.

À partir de données obtenues du modèle océanographique de Saucier *et al.* (2003) à l'échelle du golfe du Saint-Laurent sur une grille de 5 km, une interpolation des données océanographiques a permis de créer des cartes de courants, températures et salinités pour la ZPM (R-27, Tableau 5). La méthode choisie pour l'interpolation est la «Mutilevel B-spline» et a été mise au point au moyen du logiciel SAGA GIS (www.saga-gis.org/en/index.html). Les figures 6 et 7 présentent les interpolations de la température et de la salinité au fond (minimum, maximum, moyenne et variance annuels moyenné sur 5 ans de 1997 à 2001). On peut distinguer l'étendue des 3 masses d'eau (surface, CIF et profonde) sur l'interpolation de la température maximale au fond et le mélange des deux premières couches sur l'interpolation de la température minimale au fond. Également, la CIF est bien visible sur l'interpolation de la température moyenne au fond. Les plus grandes variations de température surviennent dans les premiers 100 m. L'interpolation de la salinité moyenne au fond dévoile un gradient de salinité s'étendant de la côte jusqu'à environ 80 m, là où la variation est également la plus grande. L'interpolation de la salinité minimale nous laisse entrevoir les effets sur la salinité des périodes de forts débits d'eau douce et du retrait de la marée.

La température et la salinité ont aussi été mesurées à l'entrée des herbiers de zostères dans la ZPM de juin à septembre 2004 (Grant et Provencher 2007). La température de l'eau oscille entre 10 et 15° C tout au long de l'été. La salinité dans la zostéraie se maintient autour de 25, mais elle est plus faible en juin et juillet (21-25) qu'en août et septembre (23-30). Les valeurs les plus élevées de salinité étaient associées à des baisses de température, indiquant des remontées d'eau froide à la surface (Grant et Provencher 2007).

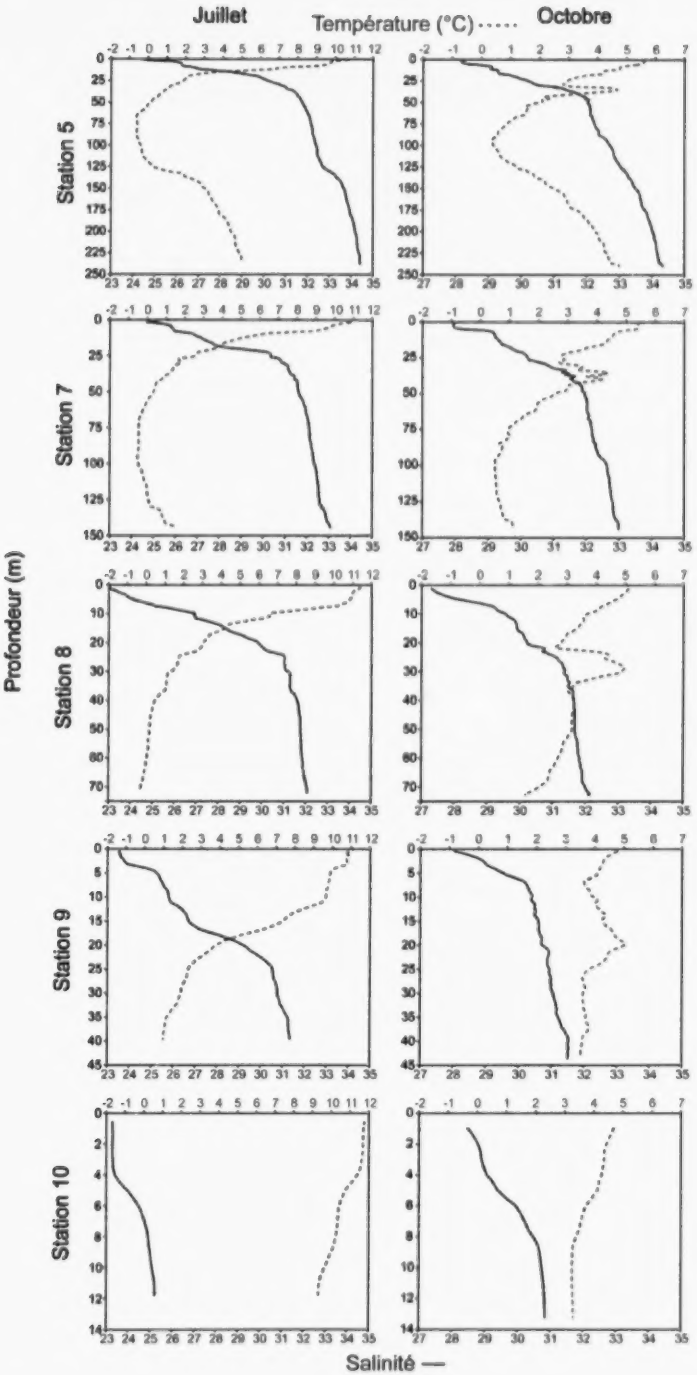


Figure 5. Profils de température et salinité sur un transect échantillonné en juillet et octobre 2004 (voir la localisation des stations à la figure 11). J.-D. Dutil, IML (données inédites).

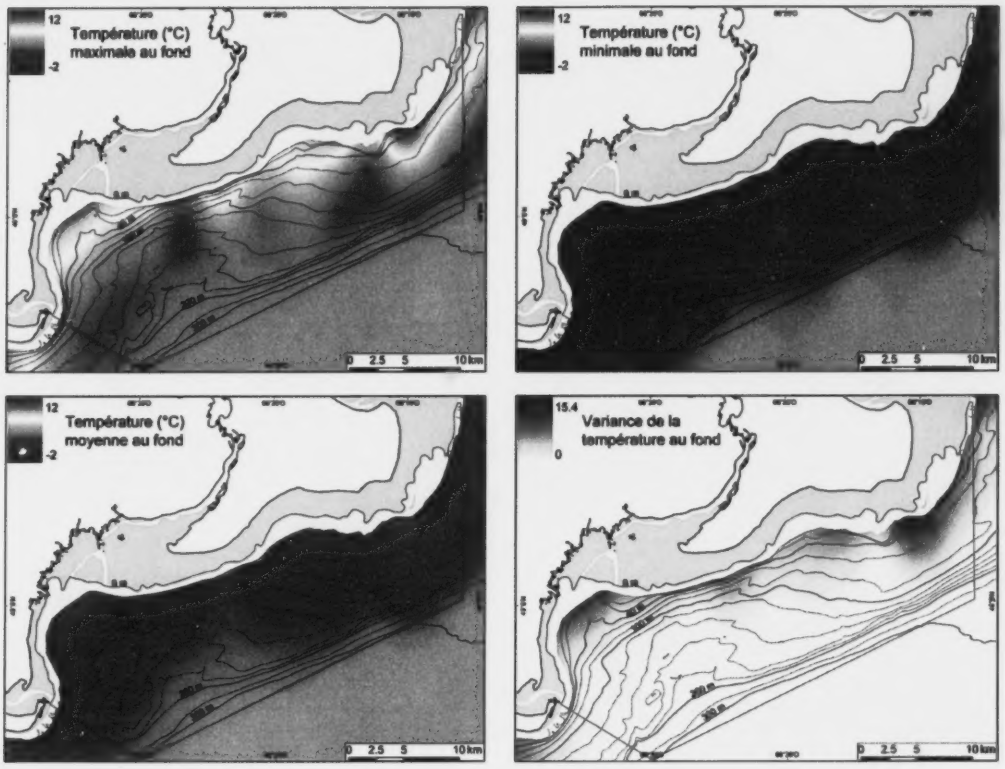


Figure 6. Températures maximale, minimale, moyenne et la variance sur le fond moyennées sur 5 ans de 1996 à 2001. Données provenant du modèle océanographique pour le golfe du Saint-Laurent (Saucier *et al.* 2003).

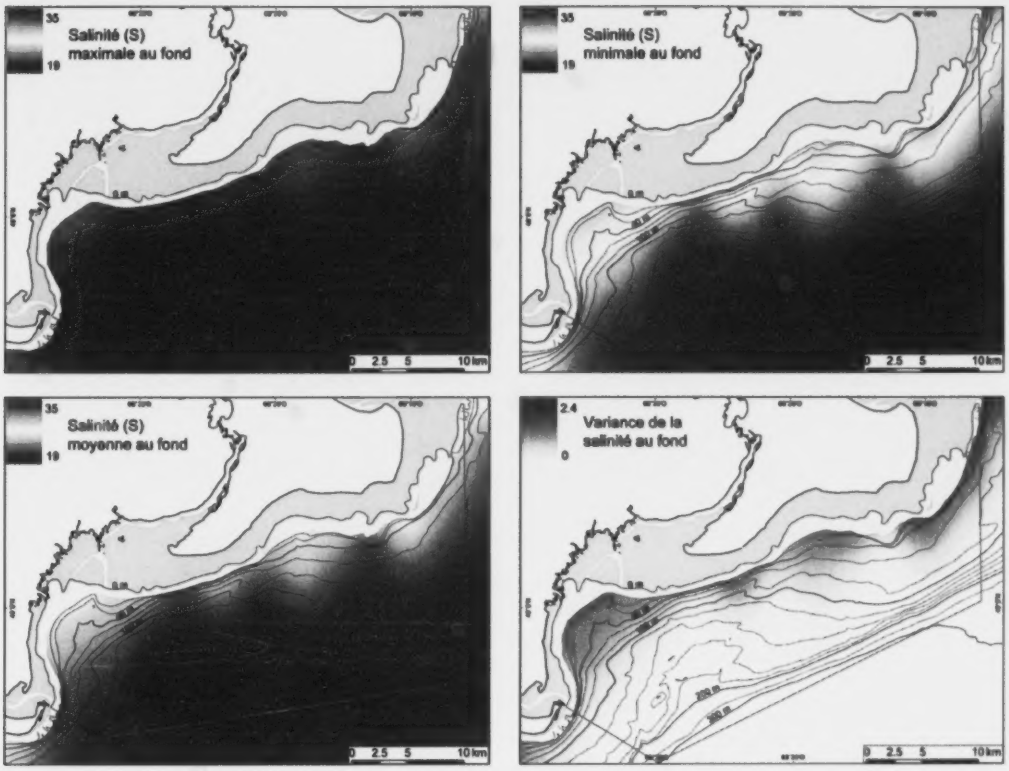


Figure 7. Salinités sur le fond maximale, minimale, moyenne et la variance moyennées sur 5 ans de 1996 à 2001. Données provenant du modèle océanographique pour le golfe du Saint-Laurent (Saucier *et al.* 2003).

3.2.2 Courants

Les mouvements des masses d'eau dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent, et donc dans la ZPM Manicouagan, sont forcés par les marées, les vents et les courants (Koutitonsky et Bugden 1991). Il s'agit de masses d'eau provenant du fleuve et de l'estuaire moyen du Saint-Laurent, d'eaux profondes venant de l'Atlantique ainsi que d'apports d'eau douce des rivières. La circulation estuarienne, c'est-à-dire le transport de l'eau douce mélangée à l'eau salée en surface en direction de l'aval et, pour compenser, un transport d'eau salée en profondeur en direction de l'amont, est importante.

À l'échelle de l'estuaire maritime, les courants généraux de surface sont bien décrits (Figure 8a) (El-Sabh 1979, Koutitonsky et El-Sabh 1985). Un écoulement d'eau douce se dirige vers l'aval le long de la rive sud de l'estuaire. Les courants observés le long de la côte nord de l'estuaire maritime sont plus variables et davantage reliés aux marées et aux vents, ainsi qu'à la quantité d'eau douce des grandes rivières (Koutitonsky et Bugden 1991). Lorsque les débits d'eau douce sont importants, les gradients de température, de salinité et de densité sont orientés dans le sens de l'estuaire du Saint-Laurent. Lorsque les débits d'eau douce diminuent, il y a formation d'impulsions d'eau douce qui traversent parfois l'estuaire (gradients transversaux). Cela stabilise la circulation dans l'estuaire en formant des gyres où la production primaire peut commencer (MPO 2008). Au large de la côte nord, la vitesse moyenne des courants serait comprise entre 5 et 20 cm s^{-1} (El-Sabh 1979). Le long de la batture Manicouagan, les courants s'inversent généralement selon le stade des marées (directions ouest et est) avec une vitesse assez régulière de l'ordre de 1 m s^{-1} dans les deux sens (MPO 1992).

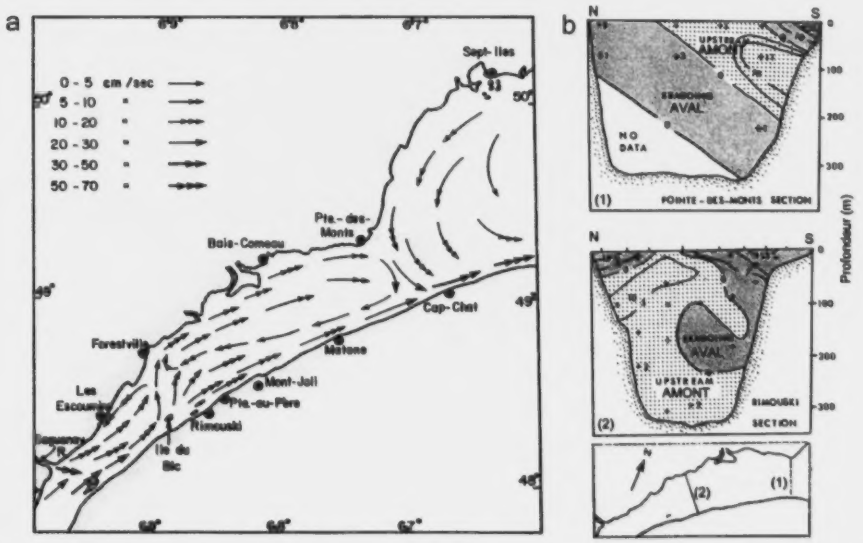


Figure 8. Courants dans l'estuaire maritime, montrant : a) le patron de circulation des eaux de surface et b) les courants résiduels à travers deux coupes transversales (1 et 2). Figures adaptées de El-Sabh (1979).

El-Sabh (1979) a illustré les courants résiduels en coupes transversales légèrement en amont et en aval du secteur de la ZPM (Figure 8b). Selon ce modèle, les eaux profondes de la ZPM se dirigeraient en général vers l'amont. Ces eaux profondes sont ramenées vers la côte et remontent à la surface lorsque l'eau de surface est forcée vers le large. Ce mouvement se fait sous l'impulsion des vents dominants de l'ouest ou des grandes quantités d'eau douce provenant des rivières (MPO 2008).

Des cartes des courants dans la ZPM ont été produites à partir de données provenant du modèle océanographique pour le golfe du Saint-Laurent (Saucier *et al.* 2003). La figure 9 présente les interpolations des courants sur le fond (minimum, maximum, moyenne et variance annuels moyennés sur 5 ans de 1997 à 2001). Selon ce modèle, les courants les plus forts ainsi que les plus grandes variations sont observés à l'est de la ZPM sur le plateau de sable grossier. À l'inverse, les courants sont particulièrement faibles au niveau de l'estuaire de la rivière aux Outardes et de la baie sous-marine à l'ouest de la ZPM.

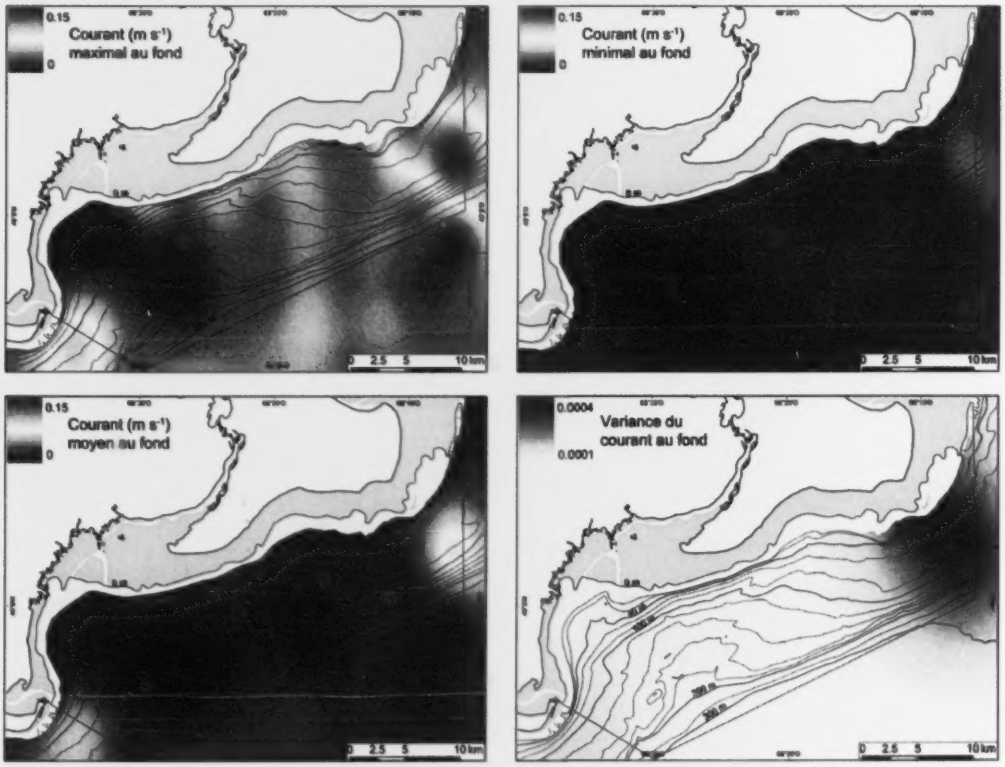


Figure 9. Courants maximal, minimal, moyen et la variance sur le fond moyennés sur 5 ans de 1996 à 2001. Données provenant du modèle océanographique pour le golfe du Saint-Laurent (Saucier *et al.* 2003).

3.2.3 Apport d'eau douce

Des quantités d'eau douce considérables provenant des rivières aux Outardes, Betsiamites et Manicouagan sont déversées dans la ZPM. Les débits annuels moyens sont de 391, 349 et 904 $m^3 s^{-1}$ respectivement, pour un total de 1648 $m^3 s^{-1}$. À titre indicatif, le débit moyen annuel du Saguenay est de 2110 $m^3 s^{-1}$. Les grandes rivières de la ZPM sont toutes harnachées et leurs débits varient peu au cours de l'année, comparativement aux rivières non harnachées, comme la rivière Moisie qui connaît de fortes crues printanières et des étiages hivernaux (Figure 10).

Les effets de la construction des barrages sur le débit de la rivière aux Outardes ont été documentés (CSSA ltée 1993b, Cataliotti-Valdina et Long 1984). Le débit hivernal moyen a augmenté de 112 à 450 $m^3 s^{-1}$, tandis que le débit estival moyen a diminué de 521 à 295 $m^3 s^{-1}$ après la construction du barrage. Les crues printanières (mai et juin) ont diminué de 1000 à 340 $m^3 s^{-1}$ en moyenne. Finalement, les variations intrasaisonnières ont diminué : les débits en mai en conditions naturelles oscillaient entre 75 et 2830 $m^3 s^{-1}$, comparativement à 115 et 492 $m^3 s^{-1}$ pour la période suivant la construction des barrages.

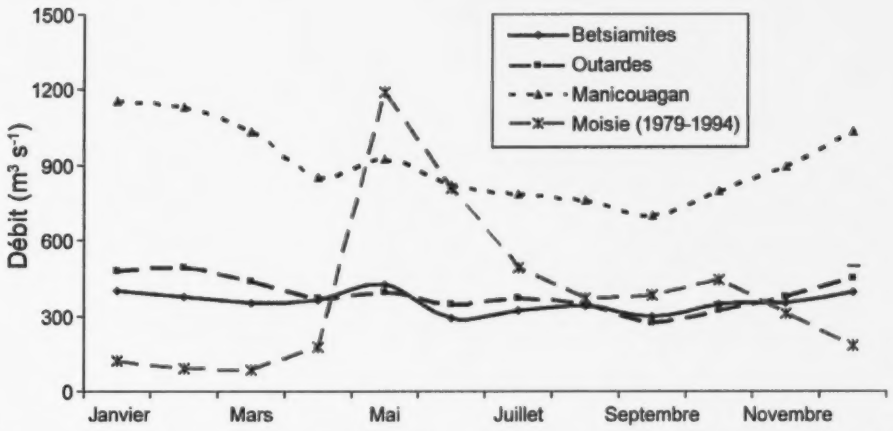


Figure 10. Variations saisonnières du débit moyen des rivières de la ZPM (2000-2006) et de la rivière Moisie (1979-1994). Robitaille (1998) et Hydro-Québec (données inédites) pour la rivière Betsiamites.

3.2.4 Hydrodynamique des estuaires de rivières

Le comportement hydrodynamique des estuaires résulte de la superposition de deux processus : le débit des rivières et la marée (Romaña 1994). Des variations importantes du régime hydrologique sont causées par la crue et l'étiage, le flot et le jusant, la vive-eau et la morte-eau. Les mouvements de la marée dans l'estuaire sont asymétriques, le flot dure moins longtemps que le jusant, et ils sont modifiés par le débit fluvial. L'hydrodynamique des estuaires des rivières Betsiamites, aux Outardes et Manicouagan a été décrite lors des études en lien avec les aménagements hydroélectriques (Roche ltée 1987b, 1987c, CSSA ltée 1993a, Savard 2000).

Betsiamites (Savard 2000, Pelletier *et al.* 2003) : Son estuaire est plus allongé et étroit que les autres estuaires des environs (Savard 2000). Lors de marées de vives-eaux, ses eaux sont mélangées et l'intrusion saline prend une forme frontale jusqu'à environ 5 km en amont de l'embouchure. En condition de mortes-eaux, l'eau douce s'étale sur l'eau salée sous-jacente et l'estuaire est stratifié. L'eau salée pénètre alors vers l'amont sous la forme d'un coin salin jusqu'à environ 10 km de l'embouchure. Le débit peut varier rapidement sur une base journalière parce qu'il est modulé par l'opération de la centrale Bersimis-2. Savard (2000) donne en exemple le 15 août 1999, où le débit est passé de 110 à 430 $m^3 s^{-1}$ en moins de neuf heures.

Aux Outardes (Long et Hart 1987, CSSA ltée 1993a, b) : Aux débits actuels de la rivière, l'eau salée pénètre dans cet estuaire en deux phases, ce qui est très particulier. Pendant le flot, l'eau salée remonte d'abord le long de la rive gauche sur la batture aux Outardes, formant un front salin. Lorsque le courant diminue, à marée haute, l'eau salée de la batture se glisse sous l'eau douce qui s'étale en surface, transformant le front salin en coin salin. À faible débit, le coin salin peut monter jusqu'à l'île Bilodeau (environ 7 km de l'embouchure). Des variations brusques du débit, tel qu'en juin 1982, où le débit a fluctué de 618 à 30 $m^3 s^{-1}$ sur une période de 24 h, perturbent le mouvement du point nodal et donc l'intrusion saline (Cataliotti-Valdina et Long 1984).

Manicouagan (Roche ltée 1987b, c, d, 1992) : Cette rivière est très large et son panache d'autant plus important. Son estuaire est parfois stratifié et parfois mélangé (lors de fortes marées et faibles débits). À marée basse, la limite d'eau douce se retrouve à environ 1 km au large de la périphérie du delta (isobathe de 10 m). À marée haute, l'eau douce est confinée dans l'estuaire, en amont de Pointe-Lebel. La pénétration maximale observée du coin salin se situe près du Vieux-Poste (à environ 5 km de l'embouchure). Lorsque l'estuaire est stratifié, l'eau douce s'étale en surface en direction aval sous forme d'un panache. Dans certaines conditions, le panache de la rivière Manicouagan, avec celui de la rivière aux Outardes, peut traverser l'estuaire maritime et s'étendre jusqu'à Matane. À d'autres moments, l'eau du panache est rapidement évacuée vers Pointe-des-Monts en longeant la rive nord.

3.2.5 Sels nutritifs

L'eau de surface dans la partie de l'estuaire maritime au large de la ZPM est relativement riche en nutriments tout au long de la saison de croissance (Therriault et Levasseur 1985). Ces nutriments proviennent des eaux froides profondes qui remontent à la tête du chenal Laurentien et qui s'écoulent jusqu'à la ZPM. Ce qui rend la région de la ZPM particulière est le fait que les eaux douces des grandes rivières aux Outardes, Manicouagan et Betsiamites, plus légères que l'eau salée, se superposent et permettent que la stratification des couches d'eau perdure (Therriault et Levasseur 1985). Un échange continuel entre ces deux masses d'eau donne des conditions propices à une production primaire forte de 105 g C m^{-2} an^{-1} (Therriault et Levasseur 1985). De plus, des remontées d'eau profonde dans la ZPM apportent des nutriments supplémentaires. Ces remontées sont amenées par un effet d'entraînement, tel que mentionné plus haut : l'eau en surface est poussée vers le large par les apports d'eau douce et les vents dominants de l'ouest et est remplacée par l'eau de la couche intermédiaire froide.

Les caractéristiques physico-chimiques de l'eau douce provenant des rivières sont influencées par les aménagements hydroélectriques en ayant moins de matières en suspension et en ayant des charges de sels nutritifs moins variables au cours de l'année comparativement aux rivières naturelles (Robitaille 1998). Les résultats d'analyses d'une trentaine de paramètres physico-chimiques pour plusieurs rivières, dont celles de la ZPM, paraissent dans Walsh et Vigneault (1986).

3.2.6 Oxygène

Entre 1930 et 1985, les eaux profondes dans l'estuaire se sont considérablement appauvries en oxygène (Gilbert *et al.* 2005). La situation est stable depuis. Des mesures d'oxygène sur le fond ont été effectuées en juillet et en octobre 2004 lors d'échantillonnages de poissons de fond dans les limites de la ZPM proposées (J.-D. Dutil, données non publiées) (R-09, Tableau 5) (Figure 11). Les eaux de surface et de la couche intermédiaire froide sont bien oxygénées, mais celles de la couche profonde sont faiblement oxygénées au point de diminuer la productivité de certains poissons et menacer leur survie. Chez les poissons, une faible tension d'oxygène dans l'eau se traduit par une faible tension d'oxygène dans le sang, ce qui limite l'approvisionnement en oxygène des tissus et éventuellement les processus physiologiques. Chez la morue franche (*Gadus morhua*), par exemple, on estime que des valeurs de saturation en oxygène se situant entre 70 et 100 % n'ont aucun impact significatif. Sous les 70 % de saturation, la performance de nage des morues diminue progressivement jusqu'à être grandement réduite à 35 % de saturation (Dutil *et al.* 2007), ce qui peut limiter leur capacité à se nourrir et à échapper aux prédateurs ou aux engins de pêche mobiles; l'appétit diminue également et le taux de croissance est fonction de la disponibilité d'oxygène (Chabot and Dutil 1999). On estime que les conditions sont létales pour la morue lorsque le pourcentage de saturation diminue à 28 % (5 % de mortalité en 96 h), la mortalité étant de plus en plus rapide avec une diminution de la disponibilité d'oxygène (50 % de mortalité en 96 h à 21 % de saturation) (Plante *et al.* 1998).

L'appauvrissement en oxygène sur le fond pourrait également avoir un impact sur la faune benthique des eaux profondes. Des études effectuées dans le chenal Laurentien (zone bathyale) (Massad et Brunel 1979, Robert 1979, Ouellet 1982) sont revues et analysées par P. Archambault (ISMER) et comparées avec des données récoltées en 2005 aux mêmes endroits (Bourque 2009). Des résultats préliminaires suggèrent que l'assemblage de la faune benthique a changé entre les années 1980 et 2005 (MPO 2008). Ceci pourrait être relié à la diminution d'oxygène ayant lieu dans la même période en zone profonde. Les polychètes et les échinodermes ont augmenté en nombre, tandis que les arthropodes et les mollusques ont diminué. Certains polychètes sont connus pour être opportunistes et abondants lorsqu'il y a de grands apports en matière organique. Par exemple, les spionidés et les oweniidés ont augmenté en densité; une espèce d'oweniidés a même quadruplé en nombre (MPO 2008).

Un programme de recherche sur les causes et les impacts de l'hypoxie dans les eaux profondes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent est en cours (D. Gilbert, IML, MPO). Le rôle de l'eutrophisation dans la baisse d'oxygène et les impacts de l'hypoxie sur le zooplancton, les poissons et les invertébrés sont abordés dans ce programme (R-15, Tableau 5).

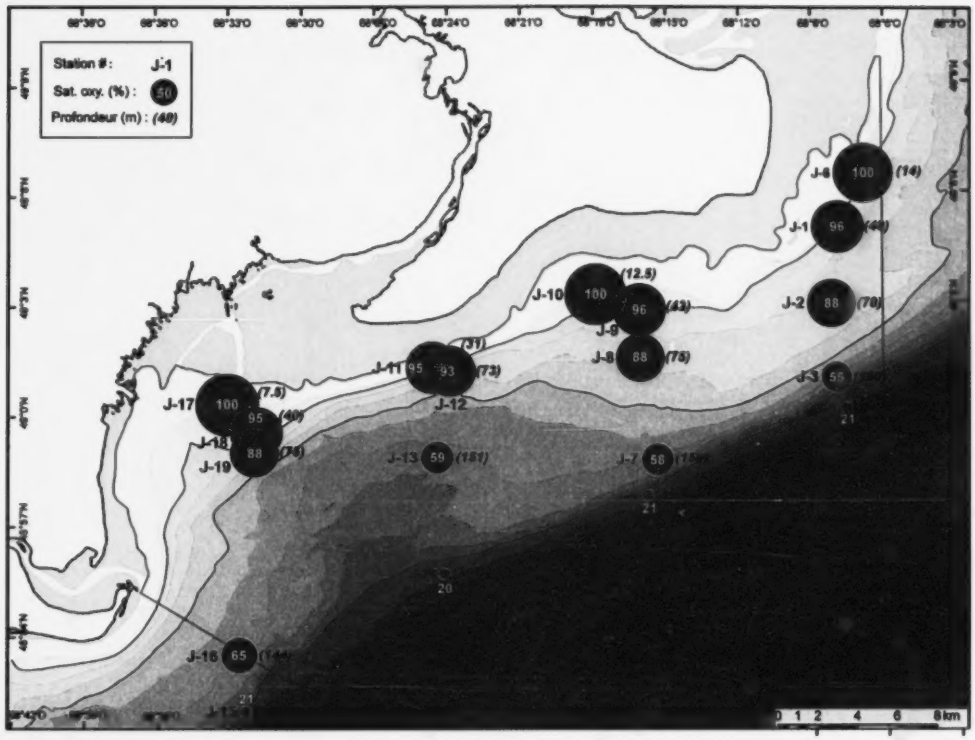


Figure 11. Saturation d'oxygène au fond mesurée dans la ZPM aux stations 1 à 19 en juillet 2004. J.-D. Dutil, IML (données inédites).

3.2.7 Qualité de l'eau

Les données sur les contaminants chimiques sont peu nombreuses malgré la proximité de Baie-Comeau, où l'on trouve plusieurs industries susceptibles d'affecter la qualité de l'eau. Aussi, les conditions météorologiques pourraient faire en sorte qu'un éventuel déversement accidentel en lien avec ces industries affecterait directement la ZPM.

En raison de la contamination bactériologique, plusieurs secteurs de pêche aux mollusques dans la ZPM sont fermés en permanence. Pour certains secteurs, l'origine de la contamination est animale (fientes d'oiseaux marins); dans d'autres, il s'agit d'une pollution d'origine humaine (installations sanitaires inadéquates : eaux usées non traitées, fosses septiques non conformes) (Naturam Environnement 1999). Un suivi de la qualité bactériologique de l'eau est effectué dans le cadre du Programme canadien de contrôle de la salubrité des mollusques (PCCSM) (ACIA *et al.* 2008).

La qualité de l'eau peut aussi être affectée par la floraison des algues toxiques, en particulier *Alexandrium tamarense* qui se produit habituellement entre juin et août. La péninsule de Manicouagan est un des plus importants foyers d'émergence d'*A. tamarense* dans l'estuaire maritime (Therriault *et al.* 1985, Fauchot *et al.* 2005). Un programme de monitorage est instauré depuis 1989 et une station de monitorage se trouve au quai de Baie-Comeau (Blasco *et al.* 1998, 2003) (M-14, Tableau 5).

Tableau 5. Projets de recherche et monitorage apportant de l'information sur l'eau.

Composante Projet de recherche (R)* et monitorage (M)*	**Couverture** (ZPM ou à proximité)	**Année d'étude**
Température et salinité		
R-09 Distribution écologique des poissons démersaux	Toute la ZPM (19 stations)	2004
R-10 Système de gestion de données océanographiques (SGDO) (extraction du 26/01/2009)	Toute la ZPM (130 jeux de données, 55 000 données)	1979-2008
R-27 Interprétation des données océanographiques de la ZPM	Toute la ZPM	2007
M-11 Réseau de thermographes	1 station à Baie-Comeau	1993-
M-12 Suivi des masses d'eaux hivernales	Estuaire maritime (10 stations)	1996-
M-19 Télédétection de la température de surface	Toute la ZPM	
M-24 Évaluation de la biomasse du zooplancton de l'estuaire maritime	Circalittoral et bathyal (4 stations)	1994-
Courants		
R-Courants de surface (El-Sahb 1979, Koutitonsky et El-Sabh 1985, Koutitonsky et Bugden 1991)	Estuaire maritime	1979-1991
R-13 Prévisions de courants de surface	Estuaire du Saint-Laurent	—
R-27 Interprétation des données océanographiques de la ZPM	Toute la ZPM	2007
Hydrodynamique des estuaires de rivières		
R-Savard 2000, Pelletier et al. 2003	Estuaire Betsiamites	—
R-Roches ltée 1987b, c, d, 1992; Hydro-Québec 1992	Estuaire Manicouagan	—
R-CSSA ltée 1993a, b; Long et Hart 1987	Estuaire Outardes	—
Turbidité		
M-14 Programme de monitorage d'algues toxiques	1 station à Baie-Comeau	1989-
Oxygène		
R-10 Système de gestion de données océanographiques (extraction du 26/01/2009)	Environ 20 jeux de données (180 données)	1979-2008
M-12 Suivi des masses d'eaux hivernales	Estuaire maritime	1996-
M-14 Programme de monitorage d'algues toxiques	1 station à Baie-Comeau	1989-
M-18 Programme monitorage de la zone atlantique (PMZA)	Estuaire maritime (transect TESL)	1996-

Composante Projet de recherche (R)* et monitorage (M)*	Couverture (ZPM ou à proximité)	Année d'étude
[illegible]		
R-09 Distribution écologique des poissons démersaux	19 stations dans la ZPM	2004
R-10 Système de gestion de données océanographiques (extraction du 26/01/2009)	38 jeux de données (environ 28 000 données)	1979-2008
R-15 Programme de recherche sur l'hypoxie	Estuaire maritime	2005-2011
[illegible]		
M-14 Programme de monitorage d'algues toxiques	1 station à Baie-Comeau	1989-
M-16 Programme de salubrité des eaux coquillières	Intertidal	1948-
M-17 Programme de contrôle des biotoxines marines	Intertidal	1948-

* Le numéro associé à la lettre R ou M (ex. : M-14) réfère au projet de recherche ou au monitorage dont une description est présentée à l'annexe 5.

3.2.8 Connaissances à acquérir

La dynamique des courants fluviaux et marins et plus particulièrement leur variabilité en fonction des débits d'eau douce et de la marée sont encore peu compris. Un projet a été proposé, mais non encore supporté, au Centre d'expertise sur l'hydroélectricité et ses impacts sur le poisson et l'habitat du poisson : Titre du projet – *Application du système de modélisation FVCOM à la zone de protection marine Manicouagan*. Le système FVCOM (Finite-Volume Coastal Ocean Model) permet l'utilisation d'une haute résolution spatiale variable et adaptée à la topographie locale. Le modèle est couvrant–découvrant permettant ainsi de modéliser la surface intertidale. FVCOM comprend aussi des modules pour le transport des sédiments, la modélisation des glaces et de la qualité de l'eau ainsi que des modèles biologiques eulérien et lagrangien génériques. Cette étude devra être effectuée pour mieux comprendre comment la dynamique des courants fluviaux et marins régit l'écosystème de la ZPM. Par exemple, une meilleure compréhension du régime hydraulique aiderait à l'évaluation des effets de l'aménagement hydroélectrique des trois rivières qui se jettent dans la ZPM et de leur impact sur l'environnement abiotique ou biotique.

Le niveau de contamination de l'eau devrait être mieux connu. Par ailleurs, l'hypoxie risque d'affecter les poissons et les communautés benthiques dans la partie profonde de la ZPM et cette problématique devrait être étudiée davantage.

Tableau 6. Besoins en termes d'acquisition de connaissances sur l'eau.

- Dynamique des courants fluviaux et marins et leur variabilité (modélisation FVCOM)
- Effets et impacts des barrages hydroélectriques
- Causes et impacts de l'hypoxie dans les eaux profondes de l'estuaire du Saint-Laurent
- Contamination de l'eau (localisation, type et taux de contamination)

4.0 ENVIRONNEMENT BIOTIQUE

Nous avons pu constater dans le chapitre précédent que l'environnement abiotique de la ZPM Manicouagan est particulier. Le mélange de l'eau douce des rivières Betsiamites, aux Outardes et Manicouagan et des eaux salées de l'estuaire du Saint-Laurent crée des conditions favorables à la diversité biologique et aux productivités primaire et secondaire. Les connaissances sur cet environnement biotique sont cependant peu nombreuses. Sa description, dans ce chapitre, est alimentée principalement par les données provenant des études et programmes passés et actuels pouvant fournir de l'information sur les différentes espèces, populations et communautés de la ZPM (Tableaux 7, 9, 11, 15, 19, 23).

4.1 PHYTOPLANCTON

Le phytoplancton est composé essentiellement d'organismes unicellulaires qui vivent au moyen de la photosynthèse. Le phytoplancton constitue ainsi le premier maillon de la chaîne alimentaire marine. Il vit en suspension dans la colonne d'eau, assujetti à la force et à la direction des courants et des vents. Ainsi, le phytoplancton retrouvé à un moment donné dans la ZPM n'a pas nécessairement été produit localement et peut être exporté par la suite (Levasseur 1996). Plusieurs facteurs peuvent influer sur la composition, la biomasse et la production du phytoplancton. Therriault *et al.* (1985) mentionnent notamment le débit d'eau douce, la température de l'eau, la salinité, la lumière (turbidité), les sels nutritifs et le mélange vertical de la colonne d'eau. Ces facteurs varient sur différentes échelles de temps et d'espace.

Mis à part *Alexandrium tamarense*, les espèces de phytoplancton qui baignent dans les eaux de la ZPM sont peu connues. Il est toutefois probable, du moins dans sa partie la plus au large, que la composition du phytoplancton de la ZPM ressemble à celle retrouvée dans l'estuaire maritime en général. Au large de Rimouski, les flagellés sont présents à l'année, tandis que les diatomées sont associées aux floraisons estivale et automnale (Levasseur *et al.* 1984, Starr *et al.* 2004).

En général, les données disponibles (1969-2005) montrent que la production primaire débute lorsque les débits d'eau douce diminuent. Les impulsions d'eau douce, qui se forment alors, stabilisent la circulation dans l'estuaire du Saint-Laurent en créant des gyres. La production primaire commence habituellement en juin et juillet dans l'estuaire, sauf les dernières années où elle a commencé plus tôt (MPO 2008).

Il semble que la productivité primaire dans la ZPM revêt une grande importance, non seulement pour la zone elle-même, mais aussi pour les aires marines adjacentes (Therriault et Levasseur 1985). Selon ces auteurs, la production primaire de la zone photique dans la ZPM Manicouagan serait de 100 à 150 g C m^{-2} (moyenne annuelle 1980). Plus au large, la production est encore plus élevée ($\geq$ 150 g C m^{-2}) mais toujours associée aux panaches des rivières de la ZPM qui assurent la stabilité et la réalimentation en nutriments de la couche de surface sur une grande superficie. De plus, une animation de la salinité de surface modélisée pour juillet-août montre que, par moments, la production primaire dans la ZPM semble plus forte que dans les zones environnantes (Diane Lavoie IML, comm. pers.). Quelques mesures, prises dans l'estuaire de la rivière

Manicouagan, suggèrent une moyenne estivale des niveaux de productivité de l'ordre de 60 g C m^{-2} an^{-2} (Roche ltée 1990).

Des images obtenues via les satellites sont maintenant couramment utilisées pour estimer la concentration de chlorophylle *a*, la température et, aussi, la production primaire. Les concentrations de chlorophylle sont obtenues à partir de la couleur de l'océan et produites à l'aide des données du projet *SeaWiFS* (M-21, Tableau 7). Les images de production primaire sont créées à partir des données de concentration de chlorophylle et de température intégrées sur une base bimensuelle. Les images disponibles couvrent bien la ZPM des points de vue spatial et temporel, cependant, la matière organique de provenance terrestre colore l'eau en jaune, ce qui contamine les images et empêche de distinguer clairement la partie du signal due à la chlorophylle. Pour voir les zones de productivité primaire, des algorithmes qui discriminent les valeurs associées à la chlorophylle sont en cours de développement.

Dans le Système de gestion des données océanographiques (SDGO), certains échantillons incluent des données sur la chlorophylle *a*. Une recherche dans ce système résulte en 23 jeux de données dans la ZPM (M-10, Tableau 7). L'état du phytoplancton dans l'estuaire est suivi annuellement via le programme de monitorage de la zone atlantique (PMZA), qui comprend la station Rimouski (sur laquelle les mesures sont plus fréquentes), le programme de monitorage des algues toxiques et la mission héliportée effectuée au mois de mars (Tableau 7). Aucune de ces stations ne se trouve dans la ZPM; deux sont cependant proches, soit la station de Baie-Comeau (algues toxiques) et la station la plus au nord du transect PMZA de l'estuaire.

4.1.1 Algues toxiques

Certaines espèces de phytoplancton produisent des toxines susceptibles d'affecter la santé des vertébrés, y compris celle des humains. Une de ces espèces est *Alexandrium tamarense*, qui est à l'origine des marées rouges et qui produit la toxine paralysante que l'on retrouve dans les mollusques filtreurs.

La croissance de cette algue est stimulée par les facteurs suivants: une faible turbulence dans la colonne d'eau, une température élevée, une salinité faible, des concentrations élevées de sels nutritifs et la présence de substances humiques. Ces conditions sont susceptibles d'être présentes dans les panaches des rivières.

Les floraisons d'algues toxiques sont assez régulières dans la région de la ZPM. Therriault *et al.* (1985) ont démontré une relation entre *A. tamarense* et le panache d'eau douce des rivières de la ZPM. Les endroits de grande concentration d'*A. tamarense* correspondaient aux panaches des rivières. À ces endroits, une toxicité plus élevée des mollusques a aussi été démontrée. Ces eaux sont éventuellement emportées vers le large, vers le courant de Gaspé, expliquant la distribution de la toxicité des mollusques autour de la péninsule gaspésienne. La ZPM et les environs peuvent ainsi être qualifiés comme un des berceaux des algues toxiques dans le Saint-Laurent.

Le programme de monitorage des algues toxiques dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent existe depuis 1989 et comprend 11 stations côtières (M-14, Tableau 7). La station la plus proche de la ZPM est située au quai public de Baie-Comeau. L'échantillonnage se fait en été seulement. Les paramètres mesurés sont la température,

la salinité, la profondeur, les nitrites, les nitrates, les silicates, le phosphate et l'abondance *d'A. tamarense*. L'abondance d'*A. tamarense* varie beaucoup entre les saisons et entre les années.

Tableau 7. Projets de recherche et monitorage apportant de l'information sur le phytoplancton.

Composante Projet de recherche (R)* et monitorage (M)*	**Couverture** (ZPM ou à proximité)	**Année d'étude**
Chlorophylle *a*		
M-10 Système de gestion de données océanographiques (SGDO) (extraction du 26/01/2009)	23 jeux de données dans la ZPM (193 données)	1979-2008
M-18 Programme de monitorage de la zone atlantique (PMZA)	Estuaire maritime (transect TESL)	1996-
M-21 Télédétection de la couleur et de la productivité primaire de l'océan (SeaWiFS)	Estuaire maritime	
Phytoplancton		
R-Facteurs de contrôle de la production de phytoplancton dans l'estuaire maritime (Therriault et Levasseur 1985)	Estuaire maritime (2 stations en bordure de la ZPM)	1979-1980
R-Productivité primaire dans l'estuaire Manicouagan (Roche ltée 1990)	Estuaire de la rivière Manicouagan	1989
M-12 Suivi des masses d'eaux hivernales	Estuaire maritime	1996-
M-14 Programme de monitorage des algues toxiques	Baie-Comeau (1 station)	1989-
M-18 Programme de monitorage de la zone atlantique (PMZA)	Estuaire maritime	1996-
M-21 Télédétection de la couleur et de la productivité primaire de l'océan (SeaWiFS)	Estuaire maritime	

* Le numéro associé à la lettre R ou M (ex. : M-10) réfère au programme de monitorage dont une description est présentée à l'annexe 5.

4.1.2 Connaissances à acquérir

Des besoins en termes de connaissances ont été identifiés lors des ateliers de travail en hiver 2006-2007 (MPO 2008). Les effets des barrages hydroélectriques sur le niveau de productivité primaire sont notamment méconnus. De plus, pour comprendre les liens entre les débits des rivières et la productivité, des modèles océanographiques à résolution plus élevée et adaptés au milieu côtier sont nécessaires. Il reste aussi à développer des méthodes pour pouvoir utiliser les images satellites pour estimer la productivité primaire.

Tableau 8. Besoins en termes d'acquisition de connaissances sur le phytoplancton.

- Effets des barrages hydroélectriques sur la productivité primaire
- Apports des rivières en éléments nutritifs
- Modèlisation de production primaire à résolution plus élevée et adapté au milieu côtier
- Développement d'un algorithme de correction pour la matière jaune afin d'utiliser les images satellitaires pour estimer la concentration de chlorophylle *a*

4.2 PHYTOBENTHOS

4.2.1 Macroalgues

Le substrat sablonneux qui domine dans le secteur semble peu propice à la fixation des macroalgues. En effet, les études effectuées dans l'infralittoral de ce secteur démontrent plutôt l'absence de forêts de macroalgues (Naturam Environnement 1999, L. Provencher, comm. pers.). Sans être des forêts, on retrouve néanmoins des concentrations importantes dans certains secteurs (Figure 12). En 2007, des photos du fond marin de 0 à 30 m ont permis de constater la présence d'algues vertes (famille Ulvaceae), d'algues brunes (classe Phaeophyceae) et d'algues rouges (classe Rhodophyceae) (L. Provencher, IML, données inédites, R-05, Tableau 9). On retrouve également des laminaires (une famille d'algues brunes) dans les herbiers, accrochés à des moules ou aux pieds des zostères (L. Provencher, comm. pers.).

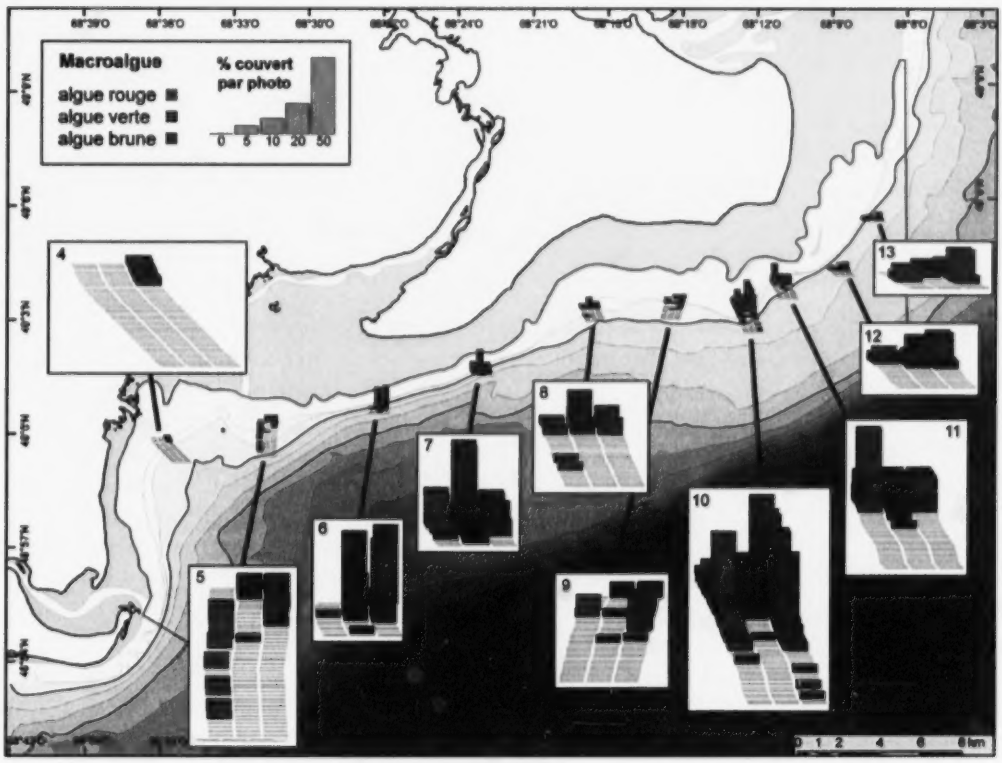


Figure 12. Distribution de macroalgues, telle qu'observée sur les photos sous-marines individuelles prises dans l'infralittoral en 2007.

4.2.2 Microalgues benthiques

L'importance des microalgues benthiques sur les battures de Manicouagan est inconnue. Toutefois, des photos du fond marin prises dans la ZPM révèlent à certains endroits des coquillages et des fonds tapissés de matière brune ou verte qui pourrait être des algues benthiques. Leur présence et leur quantité restent à confirmer.

4.2.3 Zostère marine

Les herbiers de zostères qui chevauchent les zones intertidale et infralittorale ne font pas partie intégrante de la ZPM, mais font partie de son écosystème. La zostère marine (*Zostera marina*), plante vasculaire halophile, forme des herbiers relativement denses et continus (Grant et Provencher 2007). La plante possède un rhizome rampant portant de nombreuses racines (Hily *et al.* 1999). Elle constitue une structure en trois dimensions, fournissant un substrat ou un abri à d'autres organismes. De par ce fait, l'espèce joue un rôle important en ajoutant une complexité spatiale au milieu intertidal ou infralittoral à fonds meubles, qu'aucune autre espèce ne peut fournir dans l'est canadien. Pour cette raison, entre autres, le MPO est d'avis que la zostère marine remplit les critères d'une espèce d'importance écologique (MPO 2009a).

Les paramètres physiques contrôlant la distribution générale de la zostère sont la température, la salinité, les vagues et les courants, la profondeur de l'eau, le substrat et les glaces. Les niveaux de lumière et des nutriments sont parmi les facteurs déterminant sa croissance (Short *et al.* 2001). La reproduction végétative est très importante chez la zostère, mais elle se reproduit également par graines. La proportion de reproduction sexuelle et végétative varie selon la température et les niveaux de stress (Phillips *et al.* 1983, Walker *et al.* 2001).

Les herbiers de zostères de la ZPM sont vivaces et monospécifiques. Ils sont répartis sur la grande batture sablonneuse qui ceinture la péninsule de Manicouagan (Figure 13). Cette batture, de 2 à 4 km de large, est soumise à un régime de marées semi-diurnes et se découvre complètement à marée basse lors des grandes marées mensuelles, exposant ainsi les herbiers (Grant et Provencher 2007). Les trois principaux herbiers sont situés sur la batture aux Outardes, dans la baie St-Ludger et près de Pointe Manicouagan (Figure 13). On retrouve aussi de petits îlots de zostères dans l'estuaire de la rivière aux Outardes, sur les bancs de sable. Une interprétation de photos satellitaires, IKONOS (saisies en 2004) et ASTER (saisie en 2002) a permis de délimiter les herbiers et de déterminer deux classes de densité soit, dense et éparse (L. Provencher, IML, données inédites, R-07, Tableau 9) (Figure 13).

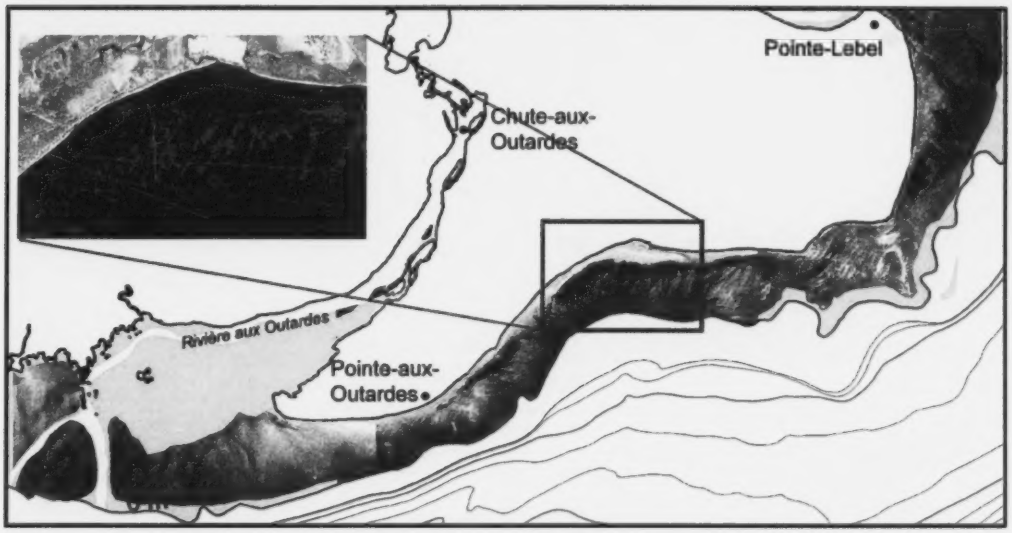


Figure 13. Les herbiers bordant la ZPM Manicouagan tels qu'observés sur des images satellites IKONOS saisies en 2004. L'encart présente une classification de densité (en vert foncé = dense, vert pâle = éparse) de l'herbier de la baie St-Ludger.

L'analyse d'images satellitaires ASTER a également permis d'estimer l'évolution spatiale des herbiers dans le temps. La superficie des herbiers a augmenté de façon importante depuis 1986, passant de 384 ha à 1463 ha en 2004 (L. Provencher, IML, données inédites, R-07, Tableau 9). Cette croissance pourrait être liée à l'érosion, puisqu'une diminution des cordons sableux sur le bas estran de la péninsule Manicouagan semble avoir eu lieu en même temps. Ces cordons sableux, formés par les vagues, constituent un habitat pour la mye commune. L'érosion des cordons expose les sédiments pro-deltaïques, composés principalement de silt sableux. La zostère se développe de manière optimale dans ce mélange et le déficit sableux semble donc favoriser la zostère (MPO 2008). De plus, une fois installée, la zostère favorise la sédimentation des particules fines, créant ainsi dans l'herbier un sédiment plus fin et plus élevé comparé aux sédiments environnants (Hily *et al.* 1999).

La zostère affiche une productivité primaire importante. La production primaire annuelle peut être indiquée grossièrement par des données sur la biomasse car, à chaque année, le feuillage de la zostère est arraché par les glaces en ce milieu intertidal. Une biomasse sèche autour de 160 g m^{-2} an^{-1} a été produite au sein de l'herbier en 2004 (Grant et Provencher 2007). Par comparaison, le phytoplancton dans l'estuaire du Saint-Laurent produit en matière sèche autour de 200 g m^{-2} an^{-1}, quoique la production de phytoplancton puisse facilement atteindre 300 g m^{-2} an^{-1} dans le secteur de Manicouagan (MPO 2008).

4.2.4 Végétation des marais salés

Les marais salés de la péninsule de Manicouagan sont à l'extérieur des limites de la ZPM, mais contribuent à son écosystème. Un marais salé se forme le long des côtes à des endroits abrités où l'eau est peu profonde et le substrat meuble et fin. Il est souvent associé à une embouchure de rivière, comme dans le secteur de la ZPM Manicouagan. L'amplitude de la marée et la pente du terrain déterminent les conditions physiques au sein des marais, notamment la salinité du sol et le temps d'immersion qui affectent la flore et la faune. La végétation est répartie en bandes caractéristiques, selon ces paramètres physiques.

Dans le secteur de la ZPM, on retrouve trois marais salés dans les estuaires des rivières de Pointe-aux-Outardes, de Betsiamites et de Manicouagan totalisant 6,11 km^2 (Figure 14). Les trois marais sont représentatifs des marais salés du golfe. Celui de Pointe-aux-Outardes est le plus grand avec 4,91 km^2 de superficie. Il est le deuxième marais salé en importance dans l'estuaire du Saint-Laurent et le quatrième au Québec. Celui de Betsiamites est le plus petit dans la ZPM, couvrant 0,19 km^2.

Les 3 étages du marais de la Pointe-aux-Outardes, soit la zone de marécage (arbustif et arboré), le haut marais et le bas marais, ont été cartographiés à partir d'une interprétation d'une image satellitaire IKONOS de 2004 (Figure 14) (R-07, Tableau 9). Le bas marais est constitué de spartine alterniflore (*Spartina alterniflora*) et de scirpe américain (*Scirpus americanus*) et le haut marais de spartine alterniflore et d'une herbaçaie salée. La végétation de l'herbaçaie salée, est composée de deux groupements : un premier à composition complexe où le plantain joncoïde (*Plantago juncoides*) est omniprésent et un second composé majoritairement de carex et graminées (Naturam Environnement 1999). La zone de marécage se compose principalement de myrique baumier (*Myrica gale*) et de l'aulne rugueux (*Alnus rugosa*) (Naturam Environnement 1999). Au total 29 taxons de plantes ont été identifiés dans le marais de Pointe-aux-Outardes et cette richesse végétale est comparable à celle observée dans d'autres marais (Naturam Environnement 1999).

Le marais dans l'estuaire de la rivière Betsiamites est composé d'une zone à *Spartina alterniflora* et d'une herbaçaie salée (Groupe Dryade 1980), tandis que le marais dans l'estuaire Manicouagan (baie Henri-Grenier) est composé presque uniquement d'une herbaçaie salée.

Tout comme les herbiers de zostères, les marais forment une structure complexe utilisée par plusieurs espèces d'invertébrés et de poissons comme aire de repos, d'alimentation ou de reproduction. Il est aussi reconnu que la productivité primaire d'un marais salé est importante. Par exemple, le marais de Kamouraska affiche une productivité aérienne nette d'environ 500 g m^{-2} an^{-1} (poids sec) pour la zone à *Spartina alterniflora*, et près de 1000 g m^{-2} an^{-1} pour l'herbaçaie salée (Brind'Amour 1988). Gauthier *et al.* (1980) estiment qu'autour de 90 % de la production annuelle végétale a été transformé par des organismes détritivores. De plus, on estime que la majeure partie de la biomasse de spartine produite est exportée en automne vers l'aval, sous forme de débris. Ces deux informations suggèrent que les marais contribuent de façon importante à la productivité des milieux côtiers adjacents. Il semble qu'un marais de 40 km^2 peut avoir une influence sur une superficie marine adjacente de 34 km^2 (Desaunay 1974 dans Argus Groupe-Conseil 1990).

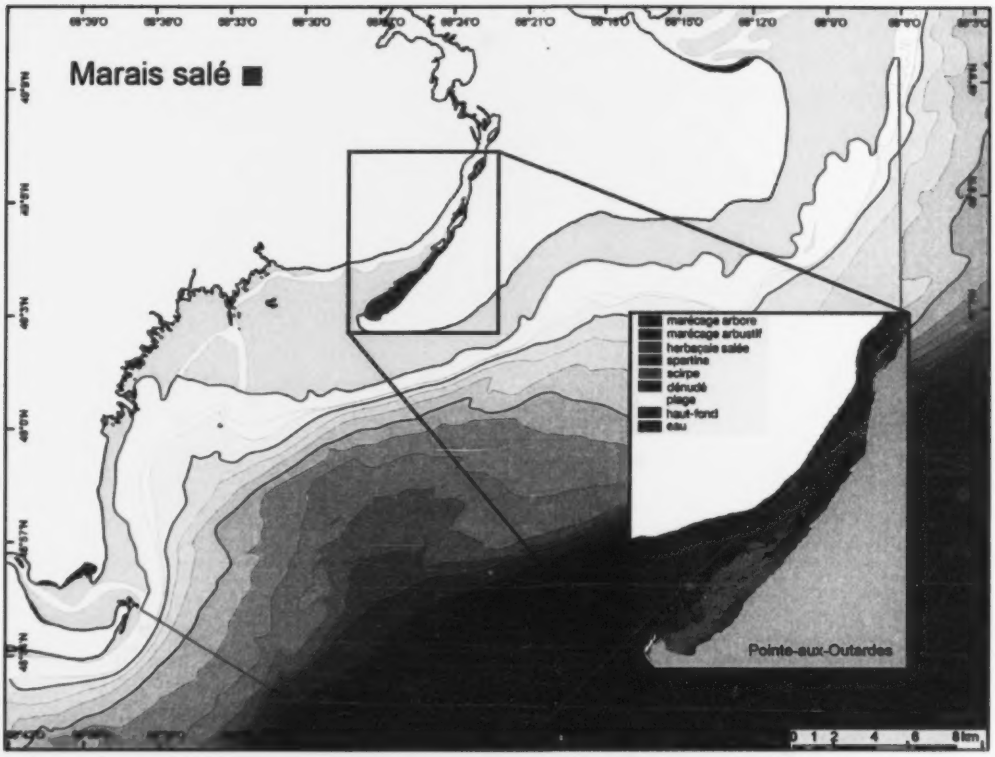


Figure 14. Répartition de la végétation du marais salé de la Pointe-aux-Outardes selon l'interprétation d'images satellites IKONOS saisies en 2004.

4.2.5 Phytobenthos exotique envahissant

Dans le golfe du Saint-Laurent, le principal envahisseur parmi le phytobenthos est l'algue *Codium fragile* (*Codium fragile* sp. *tomentosoides*). Cette algue verte est originaire du Japon. Elle est présente aux Îles-de-la-Madeleine où elle se fixe, entre autres, sur la zostère (Simard *et al.* 2007). L'espèce est absente dans la ZPM Manicouagan.

Dans le marais salé de Pointe-aux-Outardes, on trouve l'espèce exotique *Salicornia europaea*. L'espèce ne semble toutefois pas prendre de l'expansion aux dépens des espèces indigènes. Son caractère envahissant serait donc limité.

Tableau 9. Projets de recherche apportant de l'information sur le phytobenthos.

Composante R : Projet de recherche (R)*	**Couverture** (ZPM ou à proximité)	**Année d'étude**
Macroalgues		
R-Inventaire d'une zone d'étude à Pointe-aux-Outardes (Naturam Environnement 1996, 1999)	Infralittoral	1995
R-05 Caractérisation des communautés benthiques de la ZPM Manicouagan – II	14 transects de 0 à 30 m (42 stations)	2007
Herbiers de zostères		
R-Caractérisation des herbiers de zostères bordant la ZPM (Grant et Provencher 2007)	Intertidal	2004-2005
R-07 Cartographie de l'étendue et de la densité des herbiers de zostères au moyen d'imageries satellitaires	les 3 herbiers en bordure de la ZPM	1986, 2002, 2004
Végétation des marais salés		
R-07 Cartographie des marais salés au moyen d'imageries satellitaires	Marais des estuaires des rivières Pointe-aux-Outardes et Manicouagan	2004
R-Inventaire d'une zone d'étude à Pointe-aux-Outardes (Naturam Environnement 1996, 1999)	Intertidal	1995

* Le numéro associé à la lettre R (ex. : R-07) réfère au projet de recherche dont une description est présentée à l'annexe 5.

4.2.6 Connaissances à acquérir

Sur les photos sous-marines prises en 2006 et en 2007 dans la ZPM, on observe des tapis de couleurs verdâtre et brune, qui sont probablement des microalgues benthiques ou des tapis bactériens hétérotrophiques. Leur répartition, leur identification et leur importance pour les communautés benthiques sont à confirmer (Tableau 10). Également, les photos satellites, qui permettent d'évaluer la superficie et l'étendue des herbiers de zostères et des marais, s'avèrent un outil intéressant pour leurs suivis. Cependant, un protocole d'analyse et d'interprétation de ces images doit être développé.

Tableau 10. Besoins en termes d'acquisition de connaissances sur le phytobenthos.

- Importance et identification des microalgues benthiques dans la ZPM
- Utilisation des imageries satellitaires pour le suivi des herbiers de zostères et des marais (développement d'un protocole).

4.3 ZOOPLANCTON

Le zooplancton constitue le deuxième maillon dans la chaîne alimentaire. Il joue un rôle important dans l'alimentation des mammifères marins et des poissons. Le zooplancton vit par définition en suspension dans la colonne d'eau et détient un pouvoir limité sur ses déplacements. Ainsi, le zooplancton retrouvé à un moment donné dans la ZPM n'a pas nécessairement été produit dans la zone et peut être exporté ensuite. Une partie du zooplancton est constituée de divers stades larvaires d'invertébrés et de vertébrés.

Une étude sur le méroplancton dans l'estuaire de la rivière Manicouagan démontre que les larves de poissons dominent par rapport aux œufs de poissons, qui sont peu abondants et surtout présents dans la partie marine (de Lafontaine 1990). Les larves proviennent principalement du capelan (*Mallotus villosus*), mais on observe également des larves de lançon (*Ammodytes* sp.) et d'éperlan (*Osmerus mordax*).

L'étude effectuée en août 1995 par Naturam Environnement (1996) dans le secteur de Pointe-aux-Outardes a permis d'identifier 25 taxons zooplanctoniques en zone infralittorale. Les copépodes dominaient les échantillons en termes de densité relative (85 à 96 %). La biomasse en poids sec variait de 11,9 et 19,6 mg m^{-3}.

Peu de données sont disponibles à l'intérieur des limites de la ZPM. Un programme de monitorage existe depuis 1994 et vise l'évaluation de la biomasse du zooplancton de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent (M-24, Tableau 11). Deux stations sont dans la ZPM. La figure 15 montre l'évolution des principales espèces de 1994 à 2006 pour deux de ces stations, une près du chenal et une à moindre profondeur, dans la baie sous-marine.

En 2008 et 2009 des relevés hydroacoustiques ont été réalisés dans le Saint-Laurent des Escoumins à Gaspé dans le but d'établir la distribution des densités de zooplancton et particulièrement des euphausiacés (*Meganyctiphanes norvegica, Thysanoessa raschii* et *T. inermis*) et des petits poissons pélagiques (R-28, Tableau 11). L'objectif final était d'établir des cartes de distribution spatio-temporelle des proies des rorquals afin de délimiter leurs aires d'alimentation. Les eaux de la ZPM ont été couvertes par ces relevés de l'est à l'ouest, à partir de 20 m de profondeur jusqu'à sa limite sud. La figure 16 donne un aperçu des résultats de ces relevés (Ian McQuinn, IML, données inédites). Les concentrations les plus importantes sont observées en août à l'ouest (*T. raschii*) et à l'est (*M. norvegica*) de la ZPM. Cependant, il faut interpréter ces résultats avec prudence. Il s'agit ici de deux seules observations et la densité de zooplancton peut être très variable dans le temps.

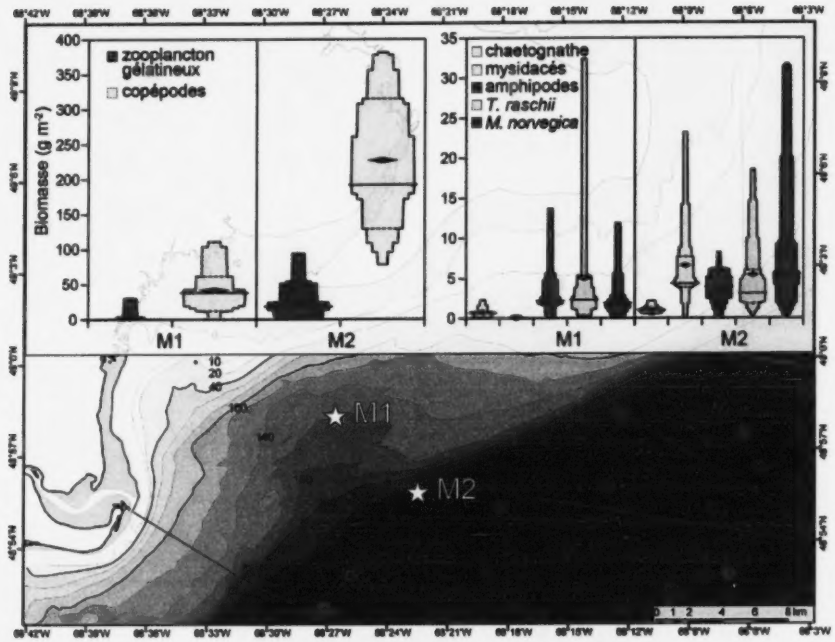


Figure 15. Biomasse moyenne de différents groupes de zooplancton échantillonnés en automne à deux des stations du programme de monitorage du zooplancton du Saint-Laurent de 1994 à 2006.

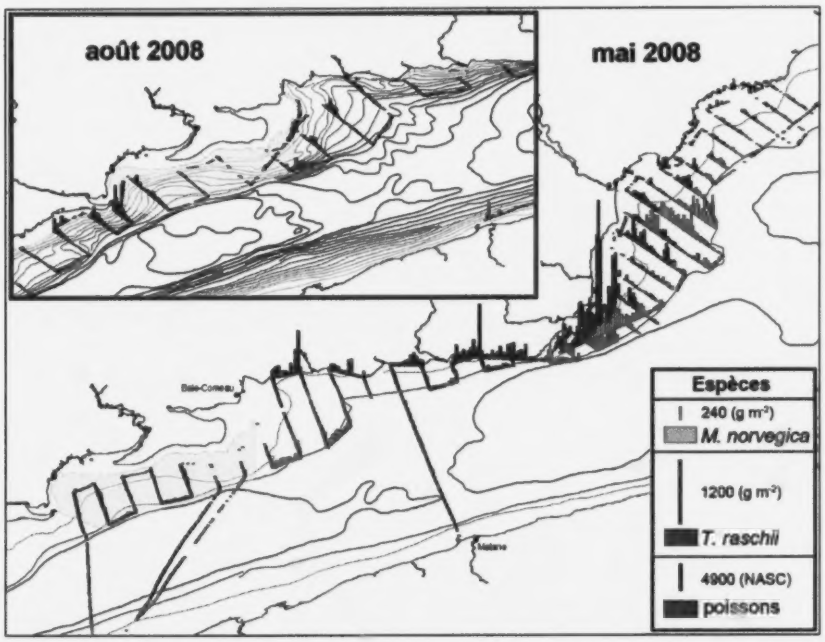


Figure 16. Densités de zooplancton (krill) et de petits poissons pélagiques observés lors des relevés hydroacoustiques réalisés en 2008. I. McQuinn, IML (données inédites). NASC = Nautical Acoustic Scattering Coefficient.

Un échantillonnage de larves de poissons sur une grille de stations, dont une est dans la ZPM, a été réalisé en 2009 dans l'estuaire maritime et le fjord du Saguenay. Cet échantillonnage a pour but d'identifier les espèces composant la communauté de poissons et de détecter les évènements de transport de poissons de l'estuaire maritime vers le fjord du Saguenay (R-29, Tableau 11). Cet échantillonnage se poursuivra en 2010.

À l'échelle de l'estuaire maritime, 30 espèces de copépodes ont été rapportées, constituant 79 à 90 % du zooplancton échantillonné de mai à octobre (Runge et Simard 1990). La communauté estivale des copépodes est largement dominée par le genre *Calanus*, particulièrement *C. finmarchicus* et *C. hyperboreus* (Runge et Simard 1990). Outre les copépodes, la communauté du zooplancton de l'estuaire maritime est caractérisée par une forte abondance d'euphausiacés (Runge et Simard 1990, Runge et Joly 1995).

Tableau 11. Projets de recherche et monitorage apportant de l'information sur le zooplancton.

Composante Projet de recherche (R)* et monitorage (M)*	**Couverture** (ZPM ou à proximité)	**Année d'étude**
[illegible]		
R-Caractérisation des herbiers de zostères bordant la ZPM (Grant et Provencher 2007)	Intertidal	2004-2005
R-Inventaire d'une zone d'étude à Pointe-aux-Outardes (Naturam Environnement 1996, 1999)	Infralittoral (3 stations)	1995
R-28 Relevés hydroacoustiques dans le Saint-Laurent des Escoumins à Gaspé	Dans la ZPM de 20 à 320 m de l'est à l'ouest	2008-2009
R-29 Échantillonnage de larves de poissons	Estuaire maritime (1 station dans la ZPM)	2009-2010
M-18 Programme de monitorage de la zone atlantique (PMZA)	Estuaire maritime (transect TESL)	1996-
M-20 Station de monitorage de Rimouski (copépodes)	Au large de Rimouski	1993
M-24 Évaluation de la biomasse du zooplancton de l'estuaire maritime	Estuaire maritime (3 stations dans la ZPM)	1994-

* Le numéro associé à la lettre R ou M (ex. : M-20) réfère au projet de recherche ou au monitorage dont une description est présentée à l'annexe 5.

4.3.1 Connaissances à acquérir

Peu d'information est disponible sur les communautés zooplanctoniques propres à la ZPM. Nos connaissances se limitent à la zone intertidale et aux espèces retrouvées au large, typiques de celles de l'estuaire maritime.

Tableau 12. Besoins en termes d'acquisition de connaissances sur le zooplancton.

❑ Communautés zooplanctoniques propres à la ZPM

4.4 ZOOBENTHOS

4.4.1 Intertidal

La zone intertidale est composée de vastes platiers sableux, sur lesquelles on retrouve de grands bancs de mye commune (*Mya arenaria*), des herbiers de zostères et des marais salés qui abritent une faune diversifiée. Ne faisant pas partie de la ZPM ils sont, cependant, tous des éléments importants de son écosystème. Il en est de même pour les estuaires des rivières Betsiamites, aux Outardes et Manicouagan.

Bancs de mye (communauté à Macoma balthica)

Les deux principaux bancs de mye commune de la ZPM se trouvent à Betsiamites et à Pointe-aux-Outardes (Giguère *et al.* 2008). Ils sont parmi les plus grands bancs coquilliers de la Côte-Nord et ils font l'objet d'une exploitation importante. Des données historiques sur l'abondance des myes sont manquantes, mais la cueillette est suffisamment intense pour présumer que les populations de myes en sont affectées. Dans des secteurs non cueillis, les myes sont moins abondantes, mais de plus grande taille, indiquant probablement l'effet de la cueillette sur la structure de taille (MPO 2008). Selon un échantillonnage de la Mye commune, réalisé en 2006 dans l'infralittoral, la limite inférieure des bancs de mye se situe autour de la ligne bathymétrique du zéro, donc chevauche la limite nord de la ZPM (L. Provencher, IML, données inédites, R-08, Tableau 15).

La communauté benthique qui abrite la mye commune est celle à *Macoma balthica*, nommée d'après le bivalve filtreur dominant en nombre. Au sein de cette communauté, les organismes les plus abondants sont les polychètes, les crustacés et les nématodes. En biomasse, les mollusques constituent, à l'inverse, la partie la plus importante. Vingt-quatre taxons ont été répertoriés dans cette communauté (Annexe 2) (Grant et Provencher 2007).

Invertébrés des herbiers de zostères

Un herbier de zostères crée un habitat particulier pour d'autres organismes, un lieu de vie permanent ou temporaire, un refuge ou une zone de nourrissage (Hily *et al.* 1999). La zostère offre un environnement structurant et les herbiers fournissent un abri pour de nombreuses espèces vivant dans et sur le sédiment, dans l'eau entre les feuilles et sur les feuilles. Ces espaces sont habités par le benthos, les épiphytes et le suprabenthos. De plus, des algues et des bactéries trouvent aussi leur place dans l'herbier.

Lors d'un échantillonnage réalisé dans les herbiers entourant la péninsule de Manicouagan, environ 80 taxons benthiques ont été récoltés au moyen de divers engins. Parmi les espèces endobenthiques, les annélides dominent en termes de biomasse par rapport aux mollusques, tandis que les mollusques dominent en termes d'abondance sur les annélides et les arthropodes. La faune épiphyte est largement dominée par les littorines. La biomasse d'organismes benthiques dans les herbiers de zostères était environ trois fois plus élevée que dans le banc coquillier avoisinant pour la même superficie (Annexes 2 et 3) (Grant et Provencher 2007).

Zoobenthos des estuaires de rivières

Une étude sur le benthos de l'estuaire de la rivière Manicouagan montre une transition des communautés benthiques du milieu d'eau douce vers le milieu salin (Roche ltée 1987e). De l'amont vers l'aval, la salinité et la profondeur augmentent. Ce gradient se répercute dans la composition des organismes benthiques où l'on rencontre d'abord les larves d'insectes (chironomes), ensuite les oligochètes et, dans la partie marine, les bivalves et les polychètes.

4.4.2 Infralittoral, circalittoral et bathyal

Jusqu'à tout récemment, la communauté benthique de la ZPM avait très peu été échantillonnée, comme c'est le cas pour la zone côtière en général. Roche ltée (1987e) a rapporté la présence de 18 à 23 espèces, dominées par la clovisse (*Mesodesma arctatum*) et des amphipodes aux profondeurs 0 à 5 mètres.

La zone de 10 à 30 m a également été échantillonnée lors de pêches exploratoires de la mactre de Stimpson (*Mactromeris polynyma*) menées en 1993 et 1994 (J. Lambert, IML, données inédites; Leclerc et Brulotte 1995). Les principales espèces rencontrées étaient le buccin commun (*Buccinum undatum*), la mactre de Stimpson, la coque du Groenland (*Serripes groenlandicus*), le pitot (*Cyrtodaria siliqua*), l'oursin plat (*Echinarachnius parma*), l'oursin vert (*Strongylocentrotus droebachiensis*), la mye tronquée (*Mya truncata*), le bernard l'hermite (*Pagurus arcuatus*), le crabe commun (*Cancer irroratus*) et les crevettes.

En 2008 et 2009, huit traits de chalut ont été effectués dans le secteur de la ZPM, lors du relevé annuel multispécifique du MPO (M-22, Tableau 15). Ce relevé vise l'échantillonnage de la crevette nordique et des poissons démersaux; les autres crustacés (crabes) et les céphalopodes (calmar, pieuvres et sépioles) sont aussi saisis. Depuis 2006, un effort est déployé pour examiner toutes les autres espèces benthiques récoltées (Lévesque *et al.* 2010). Ces autres espèces sont majoritairement de l'épibenthos et quelques espèces d'endobenthos de surface (ex. *Brisaster fragilis, Ctenodiscus crispatus*). L'engin utilisé n'est pas nécessairement performant pour l'ensemble du benthos, mais il apporte une information intéressante sur plusieurs des espèces présentes dans le milieu (Gordon *et al.* 2008). C'est dans le chenal laurentien en face de la ZPM où l'on a observé les plus fortes abondances (>1000 individus), comprenant presqu'exclusivement les ophiures (*Ophiura sarsii*), les étoiles de vase (*Ctenodiscus crispatus*) et plusieurs genres d'anémones (e.g., *Actinostola, Actinauge*, et *Bolocerae*) (Figure 17). Plus près de la côte, sur la pointe est de la ZPM, ce sont l'ophiure épineuse (*Ophiacantha bidentata*) et l'oursin vert qui sont les plus abondants (>30 individus). On y observe, en général, une variété d'espèces aux stations échantillonnées. Cependant, la plupart des espèces sont en très faible abondance.

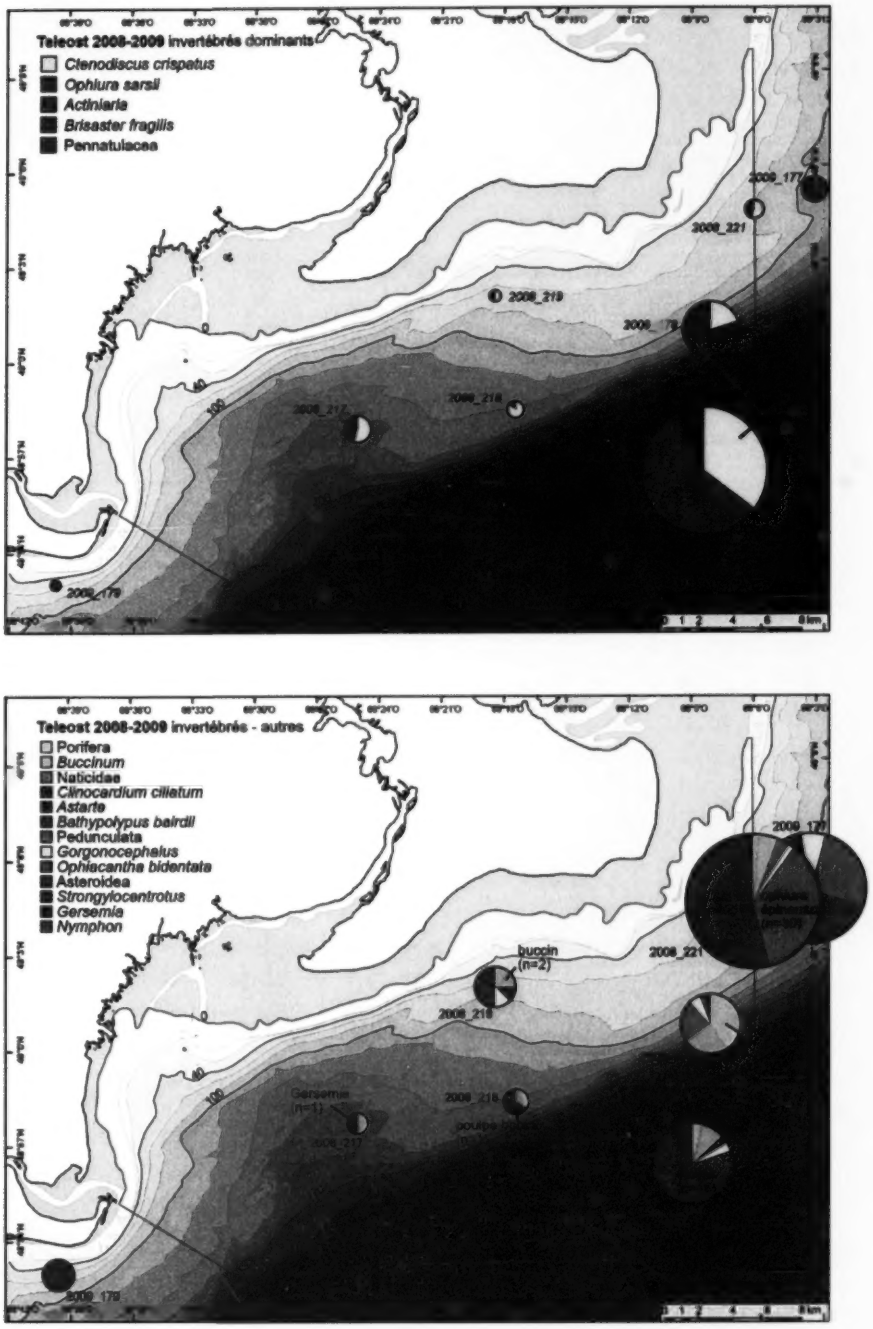


Figure 17. Abondance relative des invertébrés benthiques (excluant les crabes et les crevettes) échantillonnés par chalut dans la ZPM Manicouagan lors des relevés multispécifiques de 2008 et 2009. La taille d'un cercle correspond à l'abondance totale des espèces dans une station proportionnellement à l'abondance totale des espèces pour toutes les stations.

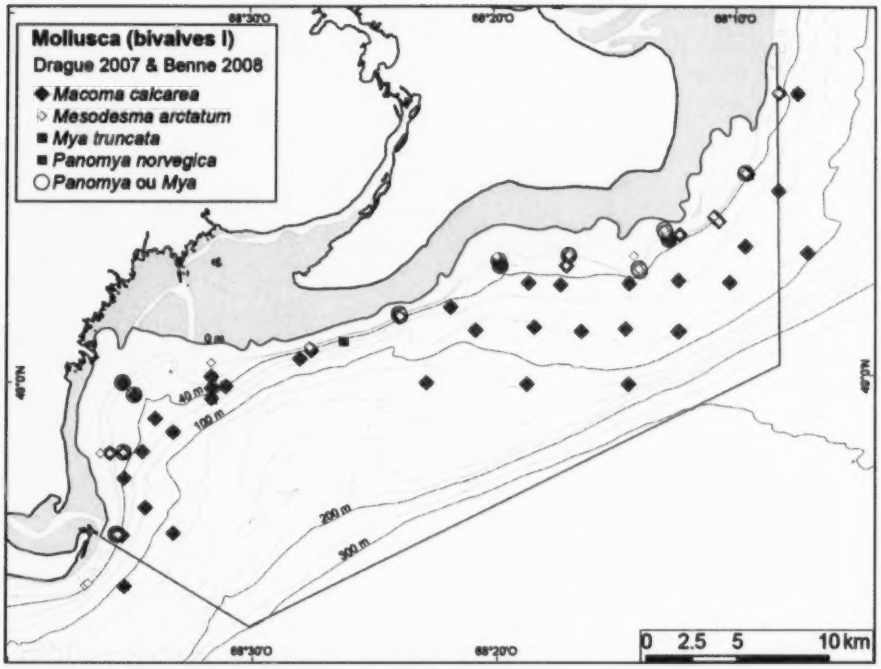
Les communautés benthiques ayant été à priori identifiées comme composantes importantes de l'écosystème de la ZPM Manicouagan (MPO 2008), une campagne d'échantillonnage a été menée en 2006 (R-04), 2007 (R-05) et 2008 (R-06) pour faire l'inventaire de l'endobenthos et de l'épibenthos dans toute la ZPM (Tableau 15). Plus de 150 stations ont été échantillonnées avec divers engins (photos sous-marines, drague, bennes de petit et grand volumes, chalut). Ces inventaires avaient pour but de décrire et de délimiter les différentes communautés benthiques et d'identifier des indicateurs pour en faire le suivi. Les données sont présentement en analyse, mais quelques résultats sont disponibles pour ce document. Les figures 18 à 24 présentent l'abondance des principales espèces de mollusques, polychètes, crustacés, échinodermes, cnidaires, siponcles et némertes.

La faune benthique de la ZPM Manicouagan est fort diversifiée avec plus de 400 taxons identifiés lors des différentes campagnes d'échantillonnage (Annexe 7). Ces espèces occupent différents habitats dans la ZPM que les analyses préliminaires permettent déjà d'entrevoir. Par exemple, plusieurs espèces habitent dans la couche d'eau de surface (0 à 40 m) caractérisée par des eaux plus chaudes en été, une salinité variable et une transparence à la lumière. Cette zone est particulièrement riche en biomasse. Elle est d'abord colonisée près de la rive par la clovisse, suivie par le dollar de sable, le buccin et la moule bleu (*Mytilus edulis*). À environ 10 m de profondeur, d'autres espèces apparaissent : la mye tronquée, la mactre de Stimpson, le pitot, *Panomya norvegica*, *Mya pseudoarenaria*, les crabes araignée (*Hyas* sp.), le bernard l'hermite (*Pagurus*), la crevette *Pandalus montagui*, l'holothurie *Pentamera calcigera*, le polychète *Nephtys caeca*, les *Mysis*, les siponcles et un bon nombre d'amphipodes. S'ajoutent à ce groupe l'oursin vert (*Strongylocentrotus droebachiensis*), la coque d'Islande (*Clinocardium ciliatum*), *Macoma calcarea*, la coque du Groenland, et les polychètes *Nephtys*, *Goniada maculata* et *Praxillella praetermissa* qu'on peut également retrouver jusqu'à 80 à 100 m. L'estuaire de la rivière aux Outardes se distingue du reste de la zone par des abondances moins importantes de certaines espèces ou par l'absence d'autres et ce particulièrement dans les 20 premiers mètres. Par exemple la clovisse y est peu abondante sur la rive ouest de l'estuaire de la rivière contrairement à partout ailleurs dans la ZPM où elle abonde à ces profondeurs. À l'inverse, le polychète *Neoamphitrite figulus* n'est présent que dans les estuaires des rivières aux Outardes et Manicouagan. Dans ce secteur, la composition des sédiments, les températures et les salinités de l'eau sont fortement influencées par les rivières.

La couche intermédiaire froide (autour de 30-120 m) abrite des espèces différentes dont les plus abondantes et fréquentes sont les gros bivalves (*Macoma calcarea*, la coque d'Islande et la coque du Groenland), les petits bivalves (*Ennucula tenuis, Nuculana* sp., *Astarte* sp.), les polychètes (*Goniada maculata, Praxillella gracilis, Maldane sarsi, Melinna cristata, Axiothella catenata, Harmothoe imbricata, Nicomache lumbricalis*), les amphipodes (*Ampelisca eschrichtii* et *Byblis gaimardi*) et une ophiure (*Ophiacantha bidentata*). Dans cette frange, certaines espèces sont en plus grande concentration sur le plateau de sable grossier à l'est de la ZPM tandis que d'autres occupent davantage la pente du talus en face de Pointe-aux-Outardes et de Betsiamites.

Les zones plus profondes, correspondant aux masses d'eau plus salées, moins froides et moins oxygénées, accueillent d'autres espèces. Par exemple, dans la baie sous-marine, on

observe les polychètes (*Praxillella gracilis, Maldane sarsi, Melinna cristata, Artacama proboscidea*), la crevette nordique (*Pandalus borealis*) et des grands amphipodes (*Neohela monstrosa* et *Ceradocus torelli*). On observe également des némertes, mais ceux-ci sont aussi présents dans la couche intermédiaire froide. Au sommet du talus et à ses pieds dans le chenal laurentien, les espèces y sont moins nombreuses et en plus faible abondance. L'ophiure épineuse (*Ophiura sarsii*) y est répandue. Certaines espèces occupent davantage le talus tandis que d'autres comme les anémones (*Cerianthus borealis, Actinauge* sp., *Edwardsia sipunculoides*), les plumes de mer (principalement *Pennatula aculeata*), et les ophiures (*Amphiura sundevalli* et *Ophiura sarsii*) vivent au fond du chenal.



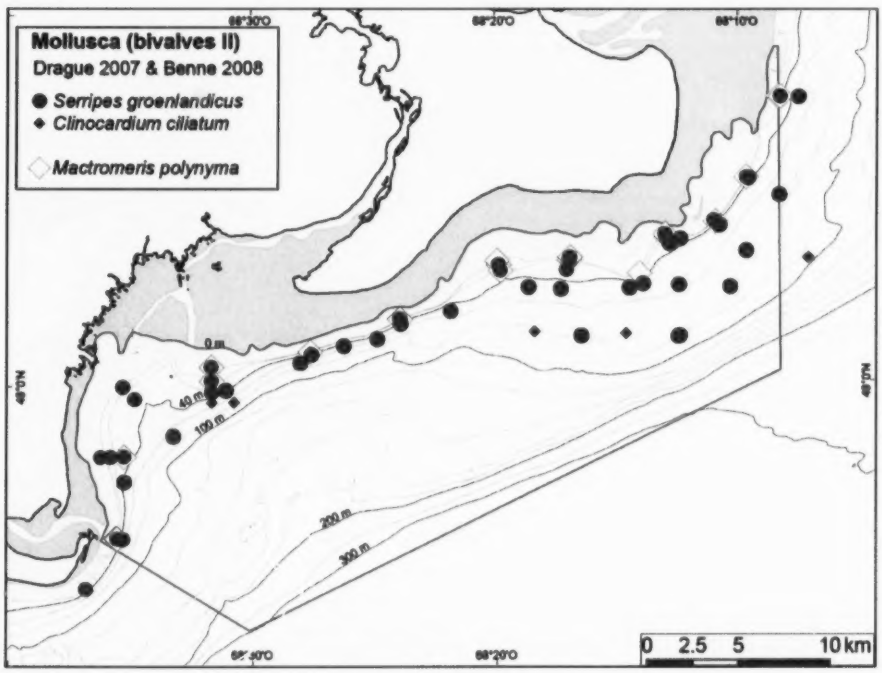


Figure 18. Distribution des principaux bivalves échantillonnés dans la ZPM Manicouagan en 2007 et 2008 au moyen de divers engins. L. Provencher, IML (données inédites).

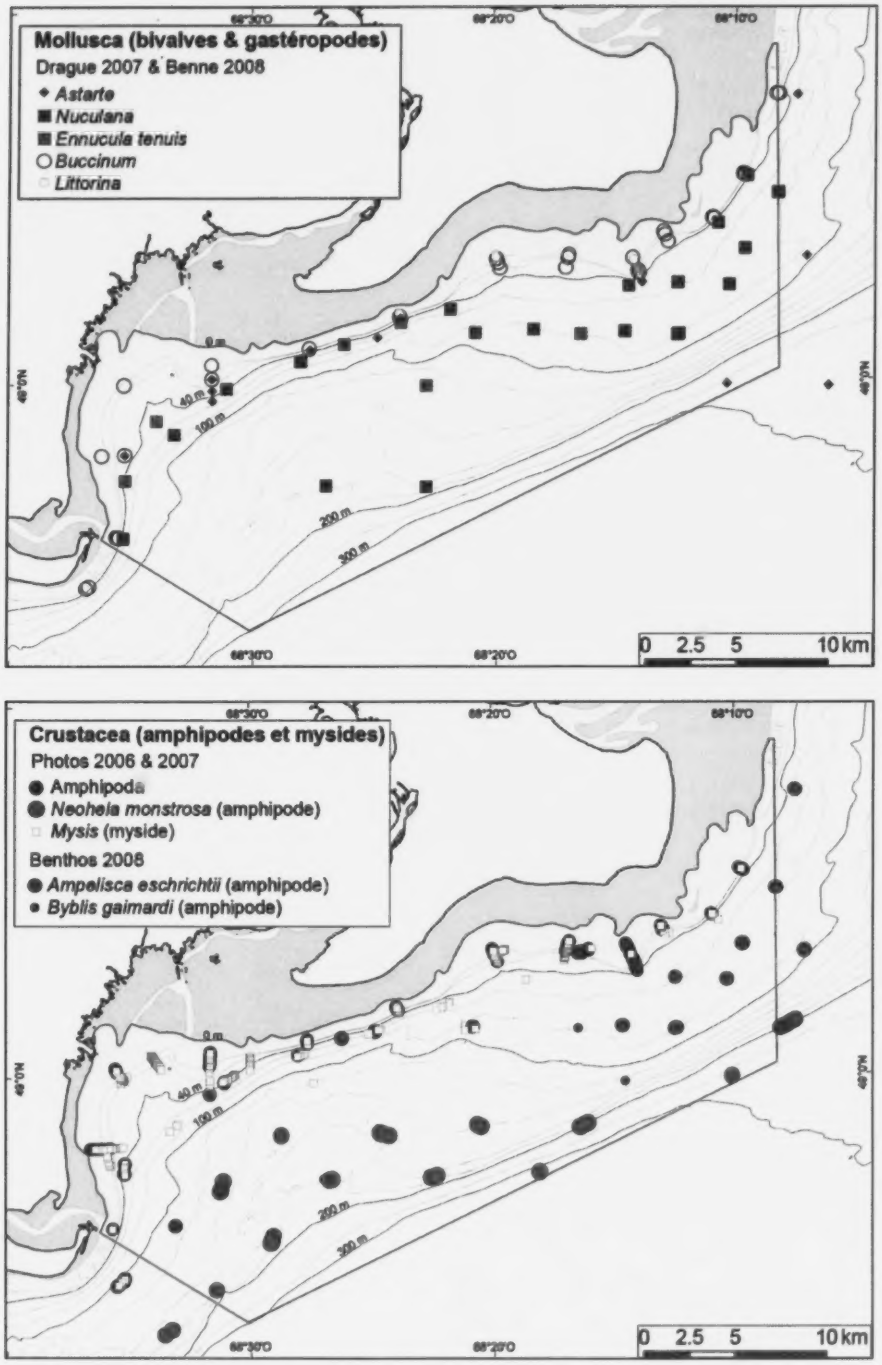
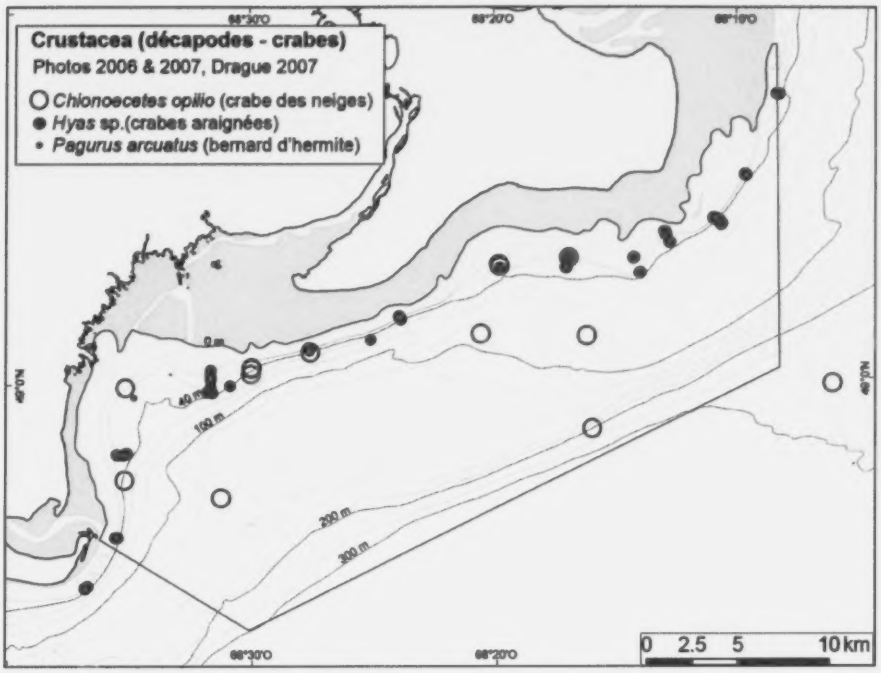


Figure 19. Distribution des mollusques (petits bivalves et gastéropodes) et des crustacés (amphipodes et mysides) échantillonnés dans la ZPM Manicouagan en 2007 et 2008 au moyen de divers engins. L. Provencher, IML (données inédites).



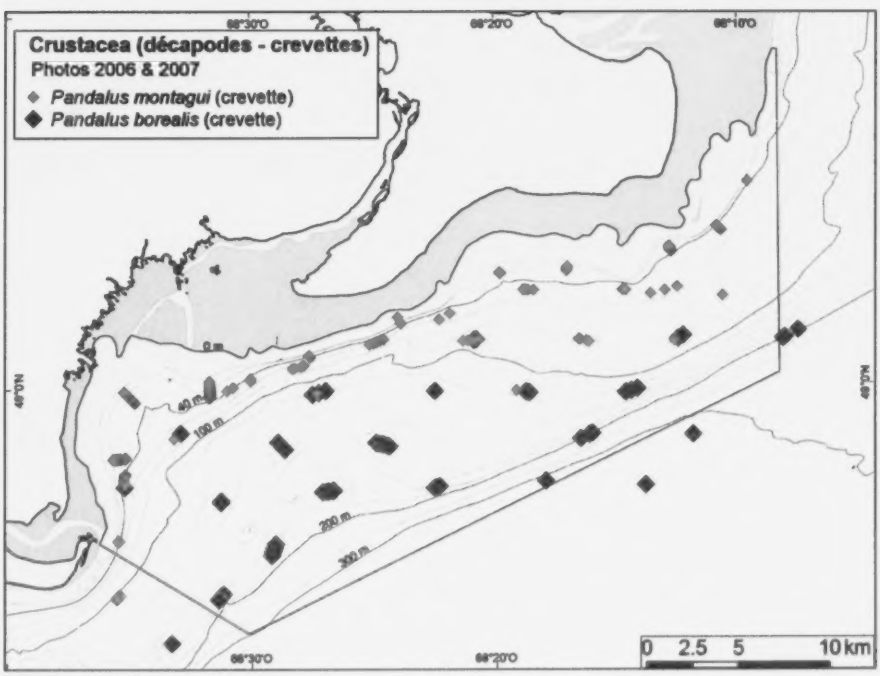


Figure 20. Distribution des crabes et crevettes échantillonnés dans la ZPM Manicouagan en 2006 et 2007 au moyen de divers engins. L. Provencher, IML (données inédites).

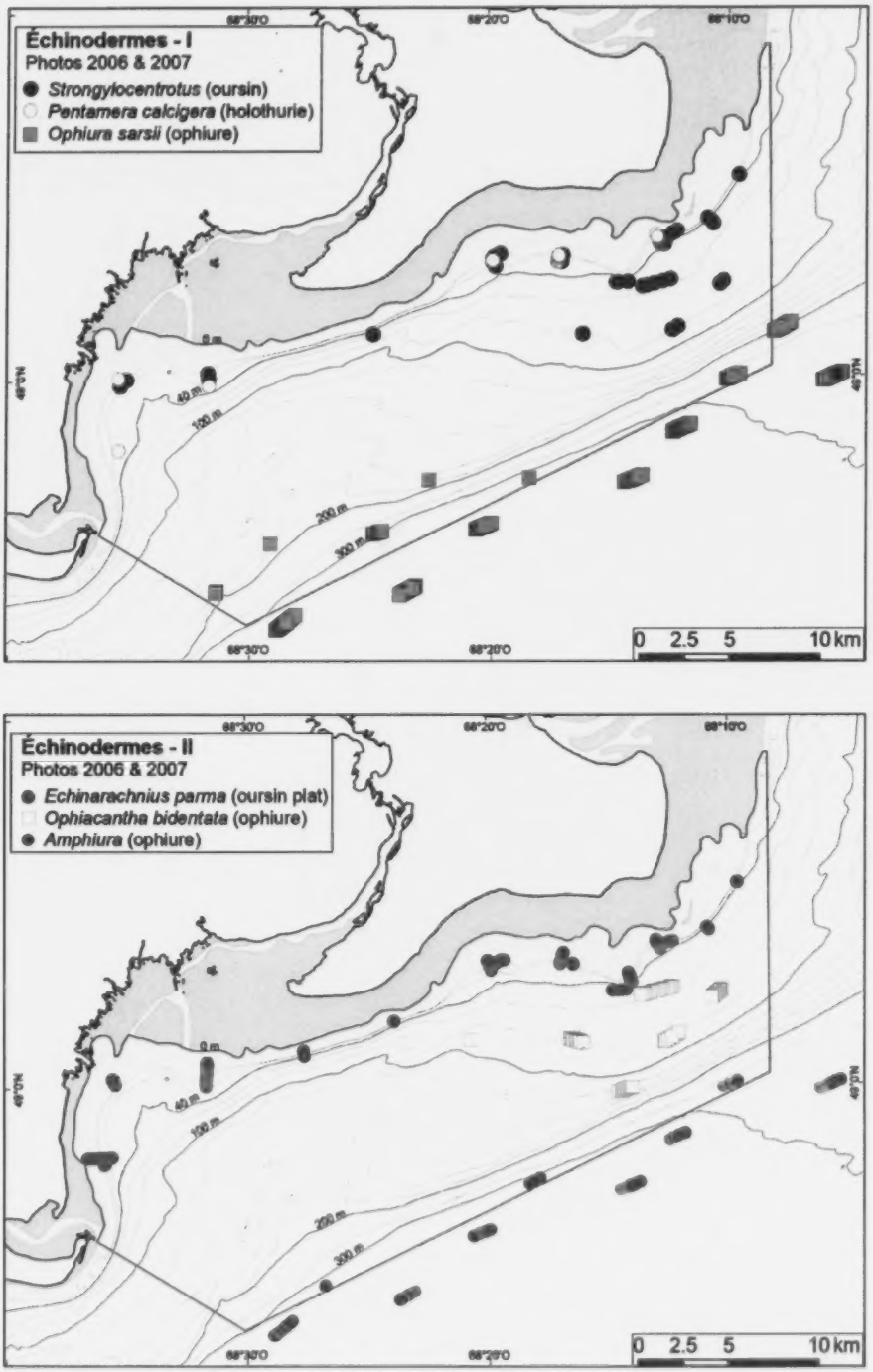
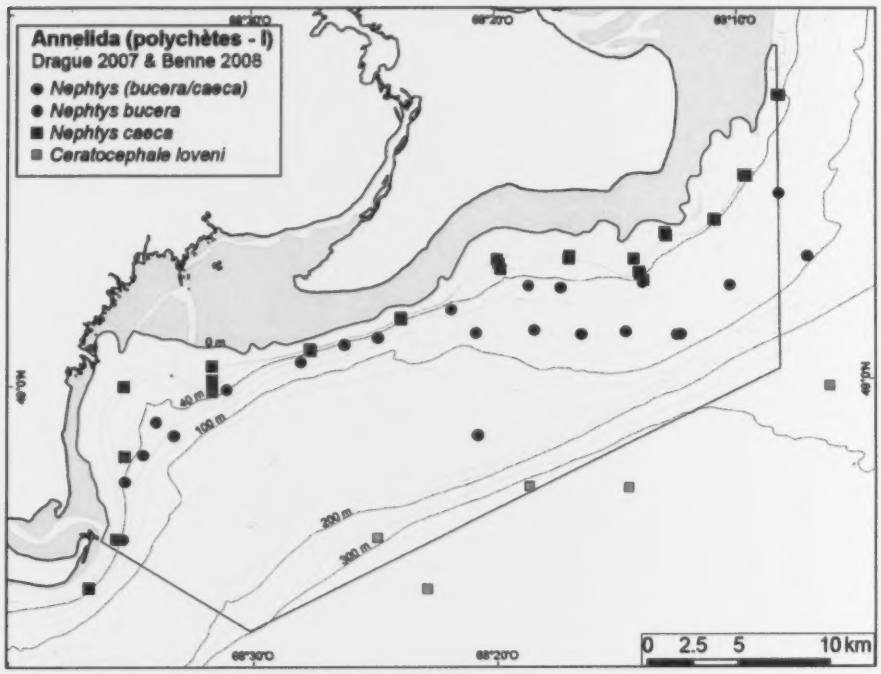


Figure 21. Distribution des échinodermes échantillonnés dans la ZPM Manicouagan en 2006 et 2007 au moyen de photos sous-marines. L. Provencher, IML (données inédites).



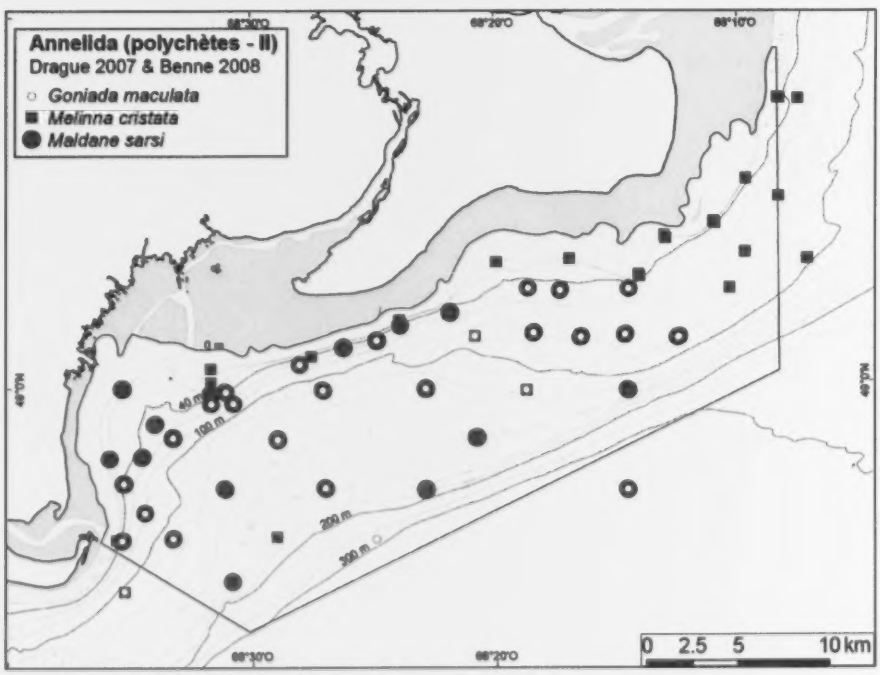


Figure 22. Distribution des annélides (polychètes I et II) échantillonnés dans la ZPM Manicouagan en 2007 et 2008 au moyen de divers engins. L. Provencher, IML (données inédites).

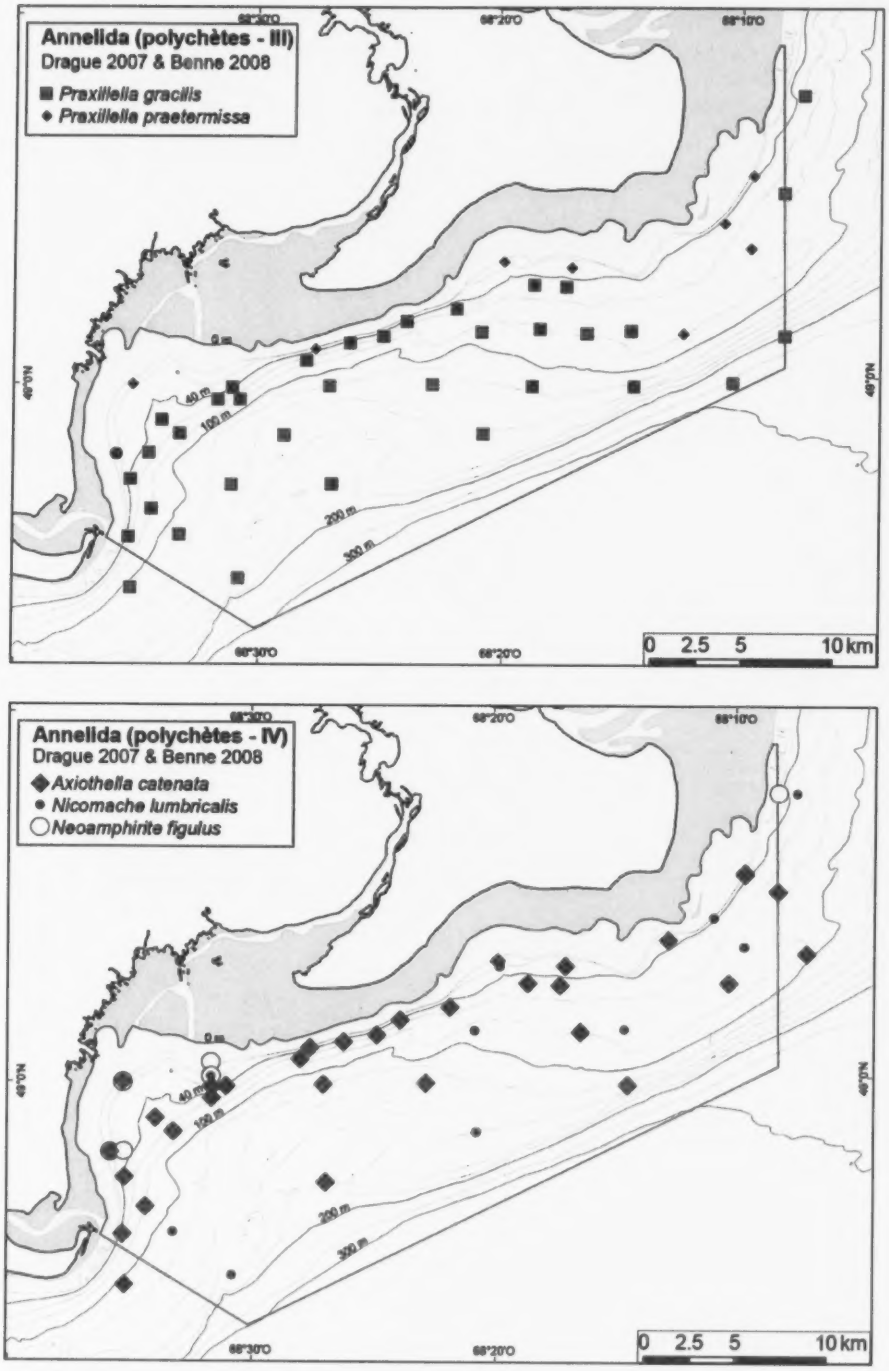
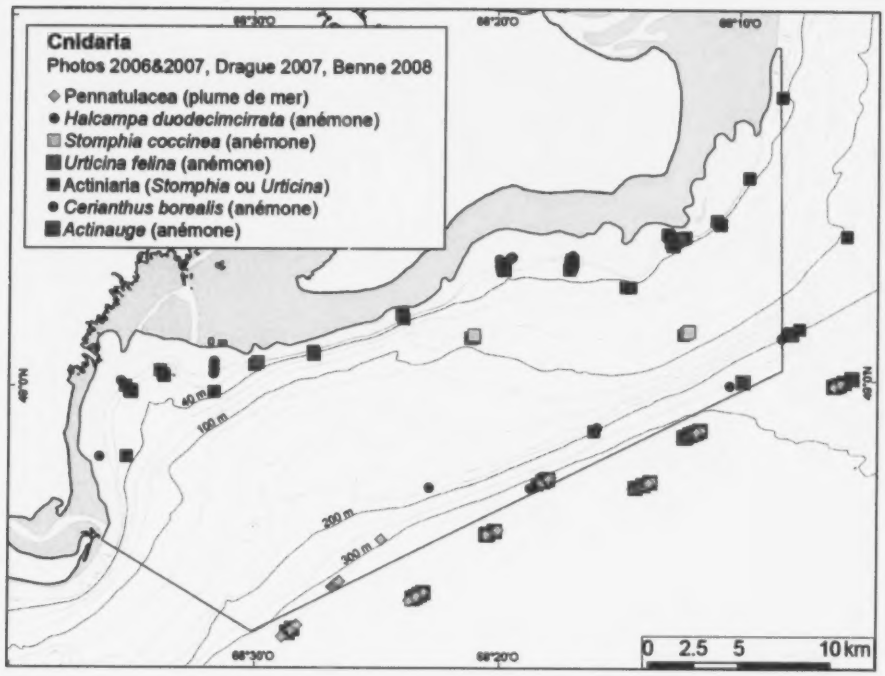


Figure 23. Distribution des annélides (polychètes III et IV) échantillonnés dans la ZPM Manicouagan en 2007 et 2008 au moyen de divers engins. L. Provencher, IML (données inédites).



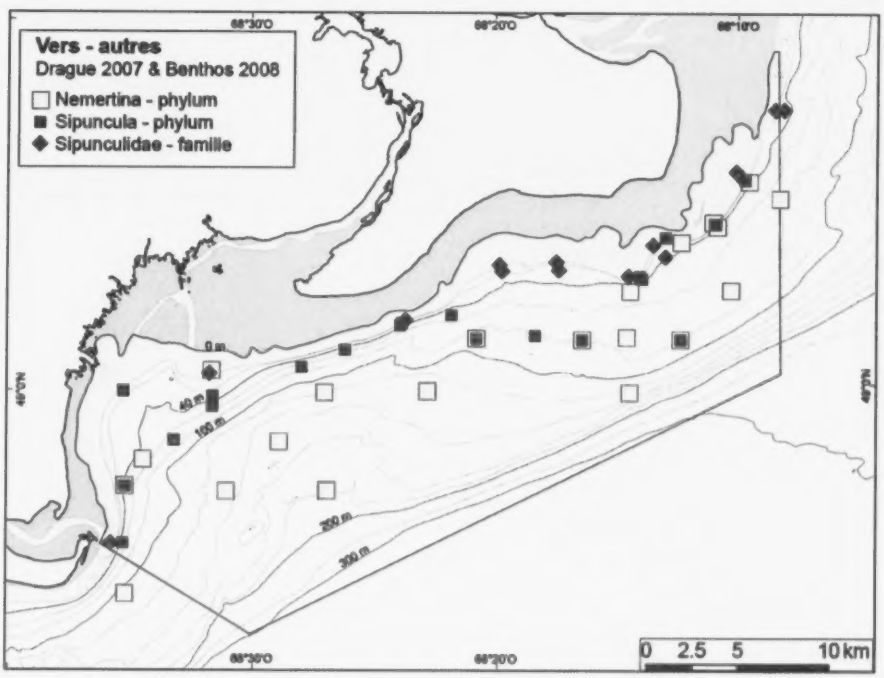


Figure 24. Distribution des cnidaires, des némertes et des siponcles échantillonnés dans la ZPM Manicouagan de 2006 à 2008 au moyen de divers engins. L. Provencher, IML (données inédites).

4.4.3 Espèces d'invertébrés exploitées

Parmi les espèces capturées dans la ZPM, les invertébrés sont largement dominants, en termes de quantité et de valeur (Tableau 13). Dans les dix dernières années, la pêche à la mye commune (hors des limites de la ZPM) a été la plus importante, suivie des pêches au crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) et au buccin, respectivement. La pêche à la crevette nordique et à la mactre de Stimpson s'avère également non négligeable, la dernière étant égale en quantité à la pêche au flétan du Groenland (turbot). Cependant, depuis 2002 la crevette a été très peu pêchée dans la ZPM tandis que depuis 2006 aucune mactre de Stimpson n'a été récoltée (Tableau 14).

Tableau 13. Total des captures commerciales dans la ZPM Manicouagan (incluant la mye commune, cueillie dans l'intertidal) de 1999 à 2008. Données provenant des statistiques de pêche.

Espèce capturée	Quantité (kg)	Valeur ($)
Mye commune	1 726 133	2 991 999
Crabe des neiges	1 012 003	4 305 705
Buccin	503 304	509 542
Crevette nordique	120 702	190 007
Flétan du Groenland	53 003	109 225
Mactre de Stimpson	51 623	33 521
Plie canadienne[1]	932	997
Flétan atlantique[1]	329	3131
Crabe commun	298	262
Raie[2]	295	85
Oursin	50	50
Capelan[2]	0	0
Morue franche[2]	0	0

[1] capture en partie par pêche accessoire (via pêche au flétan du Groenland)
[2] espèce non visée par la pêche, mais qui figure dans les statistiques

Tableau 14. Captures d'invertébrés (kg) enregistrées par année à l'intérieur des limites de la ZPM (incluant la mye commune, cueillie dans l'intertidal). Données provenant des statistiques de pêche.

Espèce	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Crabe des neiges	100 811	87 142	109 370	95 308	176 144	122 625	75 121
Mye P*	149 577	154 234	136 273	79 410	70 540	31 033	25 917
Mye B*	153 498	128 860	304 220	214 449	99 731	98 404	78 470
Buccin	144 952	63 707	77 341	81 217	76 287	37 564	22 237
Crevette nordique	0	0	3 953	0	0	639	0
Mactre	6 724	1 361	5 654	13 837	0	0	0

* Mye P = myes pêchées à la Pointe-aux-Outardes et Mye B = myes pêchées à Betsiamites

Mye commune

La mye commune, *Mya arenaria*, est un mollusque bivalve, aussi communément appelé coque ou clam. Elle est endobenthique et sédentaire. Sa taille maximale est d'environ 100 mm (Hawkins 1993). Sur le gisement de Pointe-aux-Outardes, la mye met huit ans à atteindre 51 mm et treize ans à atteindre 70 mm (Giguère *et al.* 2004). La mye est suspensivore : elle filtre l'eau pour se nourrir de phytoplancton (diatomées) et de zooplancton. Sa longévité est au moins de 15 à 20 ans. La fécondation est externe et le frai a lieu à la fin juin.

Un important échantillonnage pour l'évaluation de stock de la mye commune a été réalisé à Pointe-aux-Outardes (2003-2004) et à Betsiamites (2005) (Giguère *et al.* 2008). La superficie de ces deux gisements est estimée à 5,83 km^2 et 1,43 km^2, respectivement. À Pointe-aux-Outardes, la densité moyenne des myes de taille légale était de 14 ind. m^{-2} et de 40 ind. m^{-2} pour les myes $\geq$ 11 mm. À Betsiamites, la densité moyenne était de 20 ind. m^{-2} pour les myes de taille légale et de 103 ind. m^{-2} pour celles $\geq$ 11 mm. La taille moyenne des myes de Pointe du Bout, secteur Pointe-aux-Outardes ouvert à la cueillette en 2003, est plus élevée qu'à Grosse Pointe plus à l'est, secteur traditionnellement exploité (Giguère *et al.* 2004). Selon des explorations menées en 2006 en face des bancs de Pointes-aux-Outardes et de Betsiamites, la distribution des myes ne s'étend pas au-delà de 1 m de profondeur d'eau (L. Provencher, données inédites).

La gestion de la pêche à la mye se fait par zone de pêche; des permis de pêche sont octroyés et une taille minimale de capture de 51 mm est imposée. La ZPM se trouve dans la zone 1b (Pointe à Michel à Pointe-des-Monts), où la récolte peut se faire avec des outils manuels uniquement (bêche et pelle). La pratique de la pêche récréative ne requiert pas de permis, mais chaque pêcheur est soumis à une limite quotidienne de 300 myes. La saison de pêche s'étend du 12 mars au 25 décembre, sauf en cas de fermeture en vertu du Programme canadien de contrôle de la salubrité des mollusques (PCCSM).

Crabe des neiges

Le crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, est épibenthique et mobile, et sa longévité peut atteindre plus de 16 ans. Les mâles adultes sont généralement distribués entre 70 à 140 m de profondeur, tandis que les femelles se retrouvent à des profondeurs un peu inférieures pendant l'hiver et tôt au printemps. Cependant, ces catégories de crabes peuvent se retrouver en eau moins profonde après la mue ou pendant la reproduction. La taille légale de 95 mm de largeur de carapace (LC) pour la pêche du crabe des neiges est atteinte vers 9 ans, mais les mâles peuvent se reproduire avant. La reproduction est sexuée et la fécondation est interne. Il y a une forte polygamie chez le crabe. Le crabe des neiges subit un cycle d'abondance naturel, avec de grandes fluctuations sur des périodes de 8 à 12 ans.

L'ampleur de la dispersion et des déplacements du crabe des neiges est variable selon la phase de son cycle de vie. La dispersion atteindrait plusieurs centaines de kilomètres pendant la phase larvaire pélagique qui durerait de 3 à 5 mois. Pour les mâles de plus de 35 mm LC, les déplacements seraient de l'ordre de 10 à 170 km sur 1 à 3 ans (MPO 2008, Dufour et Bernier 1994).

La ZPM se trouve dans la zone de pêche 17, correspondant à l'estuaire maritime. La pêche est dirigée vers les mâles exclusivement, puisqu'eux seuls atteignent la taille légale de 95 mm LC. Les captures dans la ZPM se font à des profondeurs entre 100 et 150 m.

Buccin

Le buccin commun, *Buccinum undatum*, est un mollusque gastéropode très commun dans les eaux froides depuis le niveau de la marée jusqu'à plus de 30 m de profondeur (MPO 2000). Dans la ZPM, on le retrouve également dans les herbiers de zostères, donc dans l'intertidal. La longévité de cette espèce est d'environ 15 ans. Les adultes ont un mode de vie plutôt sédentaire, se tenant à moitié enfouis dans les sédiments (MPO 2006). La fécondation est interne et a lieu entre mai et juillet. Après quelques semaines, la femelle pond ses œufs en capsules. Les juvéniles émergent 5 à 8 mois plus tard ; il n'y a donc pas de stade planctonique. Ces caractéristiques de faible déplacement rendent l'espèce vulnérable à une surexploitation.

Une pêche commerciale a lieu dans la ZPM, qui est comprise dans les zones de pêche 1 et 2. Suite à une préoccupation générale de surexploitation du buccin, une étude a été réalisée pour déterminer la taille minimale de capture (Gendron 1991). Selon l'étude, la taille ne devrait pas être inférieure à 70 mm, ce qui a été instauré comme mesure de gestion dans le plan de gestion 2005 (MPO 2006). La taille moyenne à maturité sexuelle des mâles dans ces zones de pêche est de 65 mm et 63,8 mm, respectivement, et celle des femelles est de 66,2 mm et 68,8 mm, respectivement.

Des relevés de recherche sur *B. undatum* ont été effectués durant la période 2002-2005. Les échantillons récoltés dans le secteur de Pointe-aux-Outardes en 2005, à l'aide d'une drague à pétoncle, ont révélé un maximum de 0,13 individus par m^2 et jusqu'à 0,10 par m^2 d'amas d'œufs entre 5 et 20 m de profondeur. La densité moyenne était de 0,03 par m^2 pour toutes tailles confondues, et de 0,02 par m^2 pour des buccins au-delà de 70 mm (MPO 2008). Cette densité semble faible, compte tenu des captures réalisées par les pêcheurs, probablement parce que l'engin de pêche utilisé dans le relevé est peu efficace pour la capture du buccin.

Crevette nordique

La crevette nordique, *Pandalus borealis*, est un crustacé présent partout dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent à des profondeurs variant de 150 à 350 m (MPO 2005a). La distribution générale est limitée par les exigences thermiques de l'espèce, soit des températures de 2 à 6° C. La crevette atteint la maturité sexuelle en tant que mâle vers l'âge de deux ans et demi, puis, elle devient femelle entre l'âge de quatre et cinq ans. Elle effectue alors des migrations reliées à la reproduction (les femelles œuvées migrent vers l'eau moins profonde en hiver) et à l'alimentation (la nuit, elle quitte le fond pour se nourrir des organismes planctoniques). De façon générale, la crevette est exploitée commercialement du printemps à l'automne et ce depuis 1965.

La zone de pêche 12 couvre l'estuaire et donc la ZPM (MPO 2005a). Selon les statistiques de pêche, la pêche à la crevette dans la ZPM en 1999, 2000 et 2001 s'est effectuée principalement dans le quadrilatère GS10, autour de l'isobathe de 200 m, pour un total de 139 093 kg. La pêche à la crevette dans la ZPM se fait en fin de saison et puisque les débarquements les plus importants pour l'ensemble de l'estuaire sont enregistrés au printemps, les prises dans la ZPM peuvent être qualifiées de marginales. Depuis 2001, la pêche à la crevette dans la ZPM est quasi-nulle (Tableau 14).

Mactre de Stimpson

La mactre de Stimpson, *Mactromeris polynyma*, est un mollusque bivalve que l'on retrouve sous la ligne des basses marées jusqu'à un maximum de 60 m. Sur les côtes du Québec, la concentration maximale de la mactre de Stimpson est autour de 10 m de profondeur (MPO 2008). Les individus vivent enfouis dans les premiers 30 cm d'un sédiment sablonneux et se regroupent dans des gisements. La longévité excède 40 ans. La fécondation est externe et le frai a lieu de la fin juin à la mi-juillet, suivi d'une phase larvaire pélagique qui dure quelques semaines. Certaines femelles peuvent participer à la reproduction dès 50 mm de longueur (Lambert et Goudreau 1997).

Les densités de mactres de Stimpson documentées à Baie-Comeau et à Baie St-Ludger (> 3 par m^2) étaient les plus élevées lors de la pêche exploratoire en 1993 entre Port-Cartier et Betsiamites. Leurs tailles se situaient entre 60 et 140 mm, avec une moyenne de 100 mm (R-30, Tableau 15). La pêche exploratoire en 1994 entre Tadoussac et Betsiamites a permis de documenter des densités à Betsiamites ne dépassant pas 1 individu par m^2 et des prises par unité d'effort relativement modestes (≤ 55 kg $h^{-1}m^{-1}$) (Leclerc et Brulotte 1995). Leurs tailles se situaient entre 51 et 137 mm, avec une moyenne de 97 mm (Leclerc et Brulotte 1995).

La pêche à la mactre se pratique dans le Saint-Laurent depuis le début des années 1990 et s'effectue à l'aide d'une drague hydraulique. Cette drague est sélective car les tiges du panier, espacées de 32 mm, retiennent des mactres > 80 mm. Un dragage peut laisser des mactres brisées selon la profondeur atteinte par la lame de la drague. Le passage de la drague hydraulique peut également avoir un impact sur les fonds marins. En général, la fréquence de passage a été peu élevée dans la ZPM et la superficie draguée annuellement a été faible. Depuis 2006, aucune pêche n'a eu lieu dans la ZPM (Tableau 14).

4.4.4 Espèces zoobenthiques exotiques envahissantes

Les envahisseurs zoobenthiques rencontrés dans le Saint-Laurent sont le crabe vert (*Carcinus maenas*), le crabe à mitaine (*Eirocheir sinensis*), l'ascidie plissée (*Styela clava*), l'ascidie jaune (*Ciona intestinalis*), l'ascidie *Botrylloides violaceus*, l'ascidie *Botryllus schlosseri* et la caprelle japonaise (*Caprella mutica*). Ces espèces, à l'exception de *Botryllus schlosseri*, n'ont pas encore été rapportées dans l'estuaire maritime.

Le crabe vert provenant d'Europe est bien installé dans le sud du Golfe et il a été trouvé aux Îles-de-la-Madeleine en 2004 (Paille *et al.* 2006). Le crabe à mitaine, originaire de Chine, a été retrouvé dans les eaux du Saint-Laurent près de Québec en 2004. L'espèce vit majoritairement dans l'eau douce mais se reproduit dans l'eau saumâtre des estuaires.

L'ascidie plissée, originaire du littoral du Japon et de la Corée, a été signalée à l'Île-du-Prince-Édouard en 1998. L'espèce infeste des quais, des bouées et d'autres surfaces depuis la laisse de basse mer jusqu'à des profondeurs de 4 à 5 mètres. L'ascidie jaune a été introduite récemment à l'Île-du-Prince-Édouard. Elle se fixe sur des substrats durs jusqu'à une profondeur de 500 m, et causent des problèmes sur les installations conchylicoles. L'ascidie *Botrylloides violaceus*, originaire du Japon, colonise également des substrats durs, principalement dans l'infralittoral. L'espèce a été observée à l'Île-du-Prince-Édouard en 2005. L'ascidie *Botryllus schlosseri* est originaire de la Méditerranée,

mais est maintenant présente presque globalement, y compris dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. Elle s'installe à des endroits abrités dans l'infralittoral.

Un suivi de la biodiversité benthique sur les bouées de navigation (BeBOB) permet d'inventorier et de surveiller l'arrivée ou la progression d'espèces benthiques envahissantes. Ce projet a permis de répertorier la caprelle japonaise près des Îles-de-la-Madeleine en 2004 et une ascidie *Styela* sp. à Port Cartier (P. Archambault, comm. pers.). Ce projet a été mené entre 1975 et 1985 (Bourget *et al.* 2003) et P. Archambault (ISMER) en assure la continuité depuis 2004 (M-23, Tableau 15).

Tableau 15. Projets de recherche et monitorage apportant de l'information sur le zoobenthos.

Composante Projet de recherche (R)* et monitorage (M)*	**Couverture** (ZPM ou à proximité)	**Année d'étude**
[illegible]		
R-Inventaire d'une zone d'étude à Pointe-aux-Outardes (Naturam Environnement 1996, 1999)	Intertidal, infralittoral	1995
R-Caractérisation des herbiers de zostères bordant la ZPM (Grant et Provencher 2007)	Intertidal	2004-2005
M-22 Relevés multispécifiques pour l'évaluation des stocks	(ZPM et à proximité)	1990-
R-03 Comparaison des communautés benthiques à *Macoma balthica*	Intertidal (24 échantillons)	2001
R-04 Inventaire des organismes benthiques dans la ZPM – I	Toutes les zones entre 5 et 300 m (45 stations)	2006
R-05 Inventaire des organismes benthiques dans la ZPM – II	14 transects de 0 à 30 m	2007
R-06 Inventaire des organismes benthiques dans la ZPM – III	Toutes les zones entre 5 et 300 m (65 stations)	2008
R-15 Programme de recherche sur l'hypoxie	Chenal Laurentien	2005-2011
[illegible]		
M-Relevés de recherche	Estuaire maritime et ZPM	—
M-Données de pêches	E. maritime (zone 17)	—
[illegible]		
R-Évaluation de gisements de mye commune sur la Côte-Nord (Giguère *et al.* 2008)	Intertidal (Pointe-aux-Outardes, Betsiamites)	2003-2005
R-Projet sur la taille à maturité sexuelle de la mye commune (Brulotte et Giguère 2007)	Intertidal (Pointe-aux-Outardes)	2005
M-Données de pêches	Intertidal (zone N-05, N-06 et N-07)	—
R-08 Échantillonnage de la mye commune dans la zone infralittorale de la ZPM Manicouagan	Infralittoral	2006

Composante Projet de recherche (R)* et monitorage (M)*	Couverture (ZPM ou à proximité)	Année d'étude
[illegible]		
R-Sélectivité de quelques modèles de casiers (Giguère *et al.* 2007)	Infralittoral (Pointe-aux-Outardes, Baie-Comeau)	2005
M-Relevés de recherche	Infralittoral (Pointe-aux-Outardes, Baie-Comeau)	2005-
M-Données de pêches	Infralittoral (zones 1 et 2)	—
[illegible]		
M-Relevés de recherche	Estuaire maritime	—
M-Données de pêches	E. maritime (zone 12)	—
[illegible]		
R-30-Pêche exploratoire	Infra- et circalittoral	1993
R-Performance de la drague hydraulique (Lambert et Goudreau 1997)	Infra- et circalittoral	1994
R-Distribution et abondance de la mactre de Stimpson en Haute Côte-Nord (Leclerc et Brulotte 1995)	Infra- et circalittoral	1994
M-Données de pêches	Infralittoral (zone 1B)	—
[illegible]		
M-23 Biodiversité benthique sur les bouées de navigation	5 stations dans la ZPM	1975-1985 2004-

* Le numéro associé à la lettre R ou M (ex. : M-23) réfère au projet de recherche ou au monitorage dont une description est présentée à l'annexe 5.

4.4.5 Connaissances à acquérir

Les études en cours permettront d'obtenir une caractérisation et une zonation des communautés benthiques de la ZPM. Une compréhension des liens trophiques entre les espèces et les communautés sera nécessaire pour cibler des espèces clés pour en faire le suivi. Les liens entre les communautés benthiques et les variables environnementales devront être établis de manière à évaluer les impacts sur ces communautés des différentes activités humaines ou autres (ex. : barrages hydroélectriques, hypoxie, érosion). Très peu de données sont disponibles sur la faune suprabenthique de la ZPM, qui est un maillon important dans le couplage benthique/pélagique.

Tableau 16. Besoins en termes d'acquisition de connaissances sur le zoobenthos.

- Localisation et description des différentes communautés benthiques (analyse des données acquises)
- Liens trophiques entre les espèces dans les communautés afin de cibler des espèces clés pour en faire le suivi
- Liens entre les communautés benthiques et les variables environnementales (sédiment, température et salinité de l'eau, courant, qualité de l'eau)
- Localisation et description de la faune suprabenthique

4.5 POISSONS

4.5.1 Intertidal

Quoique la zone intertidale ne fasse pas partie de la ZPM, les poissons que l'on retrouve dans les marais salés, la zostéraie et les estuaires de rivière à marée haute sont en partie ceux que l'on retrouve dans la ZPM à marée basse.

Marais salés

Une pêche expérimentale effectuée dans les marelles et les étiers du marais de Pointe-aux-Outardes a révélé la présence abondante de trois espèces d'épinoches soit l'épinoche à trois épines (*Gasterosteus aculeatus*), l'épinoche à neuf épines (*Pungitius pungitius*) et l'épinoche à quatre épines (*Apeltes quadracus*) (Naturam Environnement 1996). Il est généralement reconnu que le marais constitue un lieu d'alimentation, de croissance et de reproduction pour les épinoches (e.g. Poulin et FitzGerald 1989, Whoriskey et FitzGerald 1989). Quelques petits spécimens du hareng atlantique (*Clupea harengus*) ont aussi été observés.

Très peu d'échantillonnages ont été faits à marée haute dans les marais. Il est possible que plusieurs des espèces présentes dans les zones intertidale et infralittorale se rendent dans les marais à marée haute pour s'alimenter. Par exemple, en amont de l'estuaire maritime, dans les marais de Kamouraska, des jeunes stades de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*), du poulamon atlantique (*Microgadus tomcod*) et de la plie lisse (*Pleuronectes putnami*), absents à marée basse, s'y trouvent à marée haute (Dutil et Fortin 1983).

Herbiers de zostères

Seize espèces de poissons ont été récoltées dans les herbiers de zostères de Manicouagan (Grant et Provencher 2007) (Annexe 4). Les principales espèces sont l'éperlan arc-en-ciel, le lançon d'Amérique, la morue[1] (*Gadus* sp.), le hareng atlantique, l'épinoche à trois épines, le poulamon atlantique, la grosse poule de mer (*Cyclopterus lumpus*) et les chaboisseaux (genre *Myoxocephalus*).

Toutes espèces confondues, 69 % des prises sont des juvéniles, ce qui confirme que les herbiers sont des milieux importants pour cette classe d'âge de poissons. Les principales espèces récoltées au stade juvénile sont le hareng, la grosse poule de mer, la morue[1], l'épinoche à trois épines et la merluche. Parmi les individus matures, les espèces ayant un indice gonadosomatique élevé, indiquant qu'ils pourraient se reproduire dans les herbiers, sont la grosse poule de mer, les épinoches et les lançons. Les pics d'abondance des lançons, d'éperlans arc-en-ciel et d'épinoches correspondent à l'arrivée des nouvelles cohortes (Grant et Provencher 2007).

[1] Aux stades juvéniles (<15 cm), il est difficile de distinguer entre la morue de roche (*Gadus ogac*) et la morue franche (*Gadus morhua*). Comme les spécimens n'ont pas été conservés, leur identification par analyses morphométriques ou génétiques n'a pu être réalisée. Cependant, les herbiers de zostère semblent être un habitat important pour les jeunes morues (MPO 2009a)

Estuaires de rivières

Une étude sur les poissons dans l'estuaire de la rivière Manicouagan démontre une transition dans les assemblages de l'eau douce vers le milieu marin (Roche 1987e). Les meuniers et l'éperlan sont présents en eau douce, tandis que les lançons dominent dans la zone de transition, où se retrouvent aussi l'éperlan, le poulamon et le gaspareau (*Alosa pseudoharengus*). Les épinoches se trouvent près de la côte dans les deux zones. Dans la partie marine, la principale espèce trouvée est le capelan. L'esturgeon noir (*Acipenser oxyrinchus*) était autrefois pêché dans l'estuaire des rivières Manicouagan et aux Outardes. Après 1967, suite au déclin de la population, cette pêche a cessé, malgré quelques prises en 1986 (filets maillants) et 1994 (fascine) (Tardif 1984, Naturam Environnement 1995, Therrien 1998). Aucun frai d'esturgeon n'a a pu être confirmé dans les décennies récentes.

Dans l'estuaire de la rivière aux Outardes, on retrouve en 1992 et 1993, 13 espèces de poissons (Groupe Environnmentale Shooner inc. 1993). Les espèces dominantes dans la section amont, située entre le barrage Outardes-2 et la pointe de l'île des Branches, sont l'éperlan arc-en-ciel et le meunier rouge. Les espèces dominantes dans la section aval, située entre la pointe de l'île des Branches et l'île Blanche sont l'éperlan arc-en-ciel et le poulamon atlantique. De plus faibles abondances des espèces suivantes ont été observées en 1974 ou en 1992-1993: grand corégone, meunier noir, hareng atlantique, épinoche à trois épines, lamproie marine, gaspareau, ménomini rond, grand brochet, ouananiche, naseux des rapides, anguille d'Amérique, fondule barrée, lotte, épinoche à neuf épines, épinoche à quatre épines, barre-perche, omble de fontaine, esturgeon noir et plie lisse (Groupe Environnmentale Shooner inc. 1993, Rochette *et al.* 1974).

4.5.2 Infralittoral, circalittoral et bathyal

Avant 2004, la communauté de poissons de la ZPM a très peu été inventoriée, mis à part les relevés scientifiques réalisés en 1995 par Naturam Environnement qui a échantillonné les milieux pélagiques et benthiques dans la couche de surface, en face de Pointe-aux-Outardes (Naturam Environnement, 1996). Dix-sept espèces de poissons ont alors été répertoriées, dont le hareng atlantique, des cottidés (chaboisseaux, tricorne arctique), l'éperlan arc-en-ciel et la limande à queue jaune.

En 2004, deux relevés scientifiques (juillet et octobre) des poissons démersaux, ont été réalisés par le MPO dans la ZPM (J.-D. Dutil, IML, données inédites, R-09, Tableau 19) (Annexe 4). Les deux relevés effectués à l'aide d'un chalut benthique incluaient des stations dans la couche de surface, la couche intermédiaire froide et la couche profonde. Les données de ces relevés sont présentement en analyse, mais quelques résultats préliminaires sont présentés ici. Les inventaires démontrent que la composition des assemblages varie spatialement et temporellement. Ces deux relevés ont dénombré un total de 38 espèces dans la ZPM. Dans les captures, les espèces les plus abondantes sont l'hameçon atlantique (*Artediellus atlanticus*) et l'hameçon neigeux (*Artediellus uncinatus*), la raie épineuse (*Amblyraja radiata*), deux espèces de zoarcidés (*Lycodes* sp.), la lompénie tachetée (*Leptoclinus maculatus*) et le poisson-alligator atlantique (*Aspidophoroides monopterygius*). L'hameçon neigeux est présent partout dans la ZPM, quoique plus fréquent en juillet. À l'opposé, le poisson-alligator atlantique est présent en juillet et non en octobre, et sa distribution est concentrée en eau peu profonde (< 40 m)

(J.-D. Dutil, IML, données inédites, R-09, Tableau 19). Le chalut utilisé ne permet pas d'échantillonner les poissons pélagiques ou les poissons commerciaux de grande taille. Cependant des spécimens de flétan du Groenland (*Reinhardtius hippoglossoides*) et de plie canadienne (*Hippoglossoides platessoides*) ont été récoltés.

La campagne d'échantillonnage sur les communautés benthiques de la ZPM, a permis l'observation occasionnelle de poissons démersaux sur les photos sous-marines effectuées en 2006 et 2007 (R-04 et R-05, Tableau 19) (Figure 25 et Annexe 4). Cette méthode d'échantillonnage n'étant pas adaptée pour la récolte de poissons, ces données demeurent qualitatives. De plus, les poissons tels les chaboisseaux et les zoarcidés étaient davantage photographiés que les espèces de poissons qui avaient plus de faciliter à éviter le traineau (e.g. les lançons), ou qui étaient de trop grande taille pour être vues sur l'aire couverte d'une photo (e.g. le flétan du Groenland, les raies). Néanmoins, les espèces abondantes récoltées à l'aide du chalut benthique en 2004, telles que les hameçons et les lycodes, correspondent à celles observées en photos sous-marines, du moins au niveau de la famille, car ces deux familles de poissons sont cryptiques et très difficiles à identifier à l'espèce sans les capturer (Dutil *et al.* 2006, 2009, Nozères *et al.* 2010).

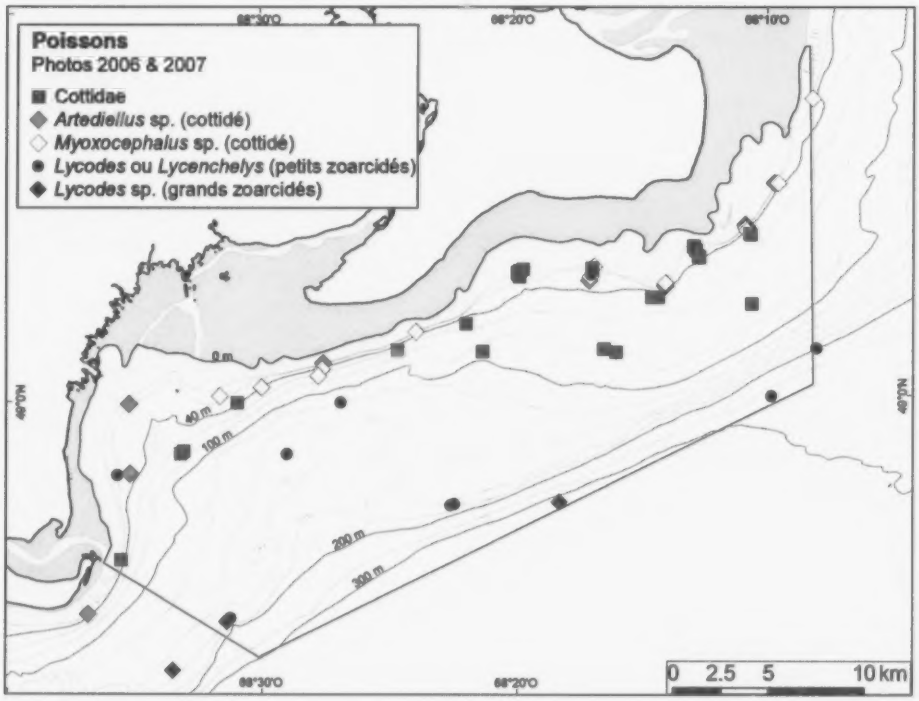


Figure 25. Poissons démersaux observés plus d'une fois sur les photos sous-marines dans la ZPM Manicouagan en 2006 et 2007. Les poissons ont été identifiés au plus bas niveau taxonomique possible. L. Provencher, IML (données inédites).

Afin de résumer les captures des poissons dans le secteur de la ZPM, Scallon-Chouinard *et al.* (2007) a examiné trois sources de données : les données publiées dans la littérature scientifique entre 1930 et 2005, les captures du relevé annuel d'abondance du poisson de fond du MPO (1978-2003) et les captures compilées par le Programme des observateurs en mer (1991-2005). Les auteurs estiment à 99 le nombre d'espèces de poissons qui fréquentent l'ensemble de l'estuaire maritime du Saint-Laurent, soit la zone comprise entre l'embouchure du Saguenay et Pointe-des-Monts. De ces espèces, 25 avaient été répertoriées à l'intérieur des limites de la ZPM Manicouagan, dont 11 espèces commerciales. Le nombre moindre d'espèces s'explique par deux facteurs : le faible effort d'échantillonnage dans la ZPM Manicouagan entre 1930 et 2005 et le fait qu'on ne mentionne pas toujours les coordonnées exactes des stations dans la littérature scientifique (Scallon-Chouinard *et al.* 2007).

En 2004, la campagne d'échantillonnage du relevé annuel d'abondance du poisson de fond du MPO a été modifiée afin de mieux cibler les poissons démersaux (Bourdages et al. 2009). De nouvelles strates d'échantillonnage côtières (en plus faibles profondeurs) ont été ajoutées et la maille du chalut rapetissée. Cette modification a permis de pénétrer davantage dans la ZPM. En 2008 et 2009, huit traits de chalut ont été effectués entre 60 et 300 m dans le secteur de la ZPM (M-22, Tableau 19) (Annexe 4). Le flétan du Groenland domine parmi les espèces commerciales récoltées en profondeur (>160 m), dans le chenal, mais aussi dans la baie sous-marine. Plus près de la côte (60 à 100 m), c'est le capelan qui domine dans les captures. Ce poisson pélagique est cependant une prise accidentelle (accessoire), lors de la levée du chalut. Parmi les espèces de poissons non-commerciales capturées, la raie épineuse et la myxine occupent le chenal tandis que la lycode de Vahl (*Lycodes vahlii*) et la motelle à quatre barbillons (*Enchelyopus cimbrius*) sont dans la baie sous-marine. Sur le plateau et le circalittoral, d'autres espèces sont récoltées tels que les chaboisseaux (4 espèces), les lycodes, les lompénies, la petite poule de mer atlantique (*Eumicrotremus spinosus*), et la morue arctique ou saïda (*Boreogadus saida*) (Figure 26).

En 2008 et 2009 des relevés hydroacoustiques ont été réalisés dans le Saint-Laurent des Escoumins à Gaspé dans le but d'établir la distribution des densités de zooplancton et des petits poissons pélagiques (R-28, Tableau 19). L'objectif final était d'établir des cartes de distribution spatio-temporelle des proies des rorquals afin de délimiter leurs aires d'alimentation. Les eaux de la ZPM ont été couvertes par ces relevés d'est en ouest, à partir de 20 m de profondeur jusqu'à sa limite sud (Figure 16, Ian McQuinn, IML, données inédites). Les concentrations les plus importantes sont observées en août et particulièrement près des embouchures des rivières de la ZPM. Cependant, il faut interpréter ces résultats avec prudence. Il s'agit ici de deux seules observations et la densité des poissons pélagiques peut être très variable dans le temps.

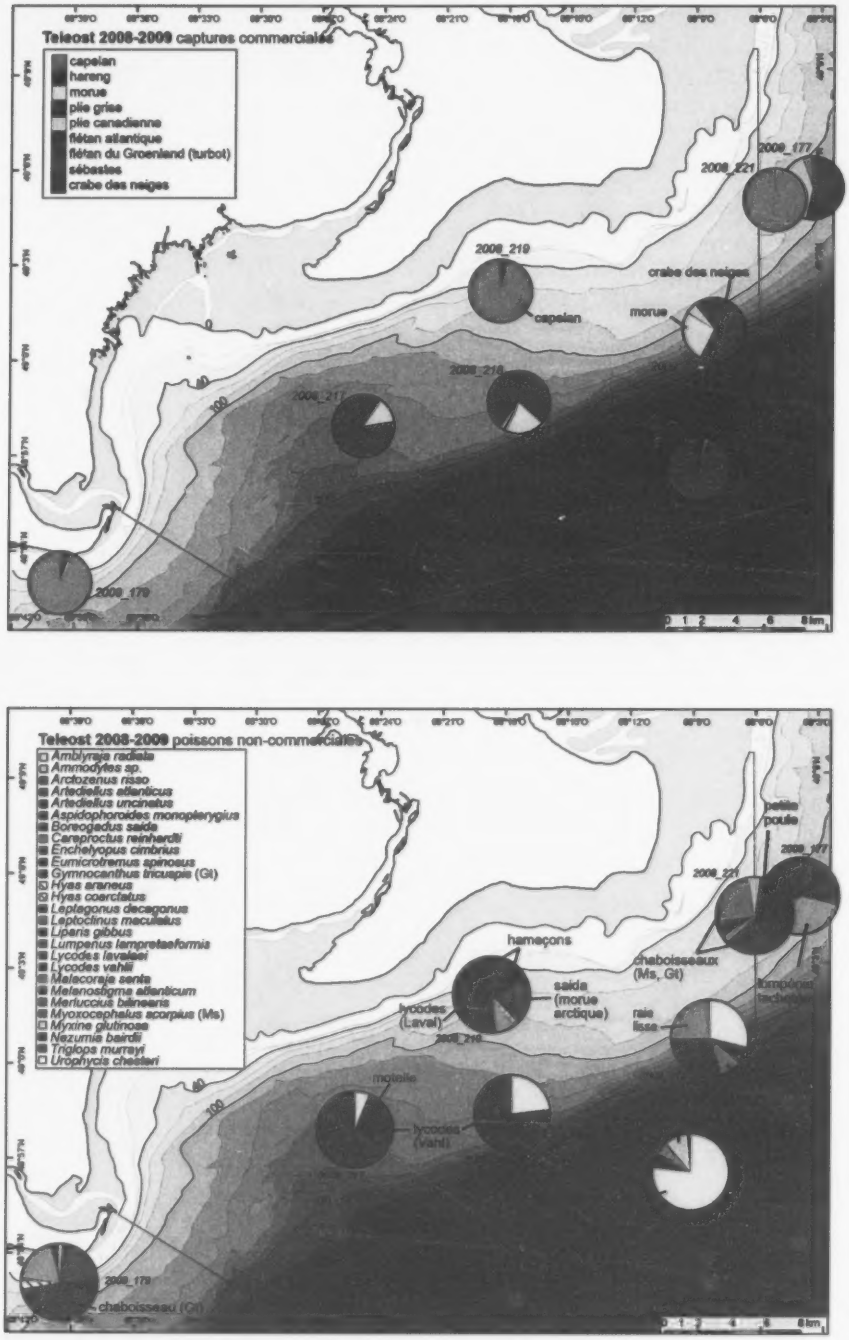


Figure 26. Biomasse relative des poissons (incluant les crabes) commerciaux et non-commerciaux échantillonnés par chalut lors des relevés multispécifiques de 2008 et 2009 dans le secteur de la ZPM Manicouagan.

4.5.3 Espèces de poissons exploitées

La seule espèce de poisson qui occupe une place significative dans la pêche réalisée dans la ZPM est le turbot ou flétan du Groenland (*Reinhardtius hippoglossoides*) (Tableau 13). Le flétan du Groenland se trouve généralement à des profondeurs de 130 à 500 m (MPO 2005b). La population du Saint-Laurent est considérée comme un stock isolé qui complète son cycle de vie à l'intérieur du golfe et de l'estuaire. Selon la dernière évaluation pour ce stock (MPO 2009b), les indices de biomasse sont plutôt élevés. Par contre, il y a une tendance préoccupante dans l'estuaire pour des captures de turbots de petite taille (moins que la taille commerciale de 44 cm), ainsi que des turbots de la première classe-année dans les prises accessoires de la pêche à la crevette (MPO 2009b, Bourdages *et al.* 2010). Un total de 52 828 kg a été capturé dans la ZPM de 1999 à 2008 (Tableau 13). La quantité pêchée dans la ZPM est à la baisse depuis quelques années (Tableau 17).

Tableau 17. Captures de poissons (kg) enregistrées à l'intérieur des limites de la ZPM. Données provenant des statistiques des pêches.

Espèce	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Flétan du Groenland	7 367	14 792	12 810	14 833	0	0	3 026
Plie canadienne	97	16	600	116	0	0	31
Flétan atlantique	0	8	81	0	0	0	241

4.5.4 Espèces de poissons en péril

Quatre espèces de poissons considérées en situation précaire sont susceptibles de se trouver dans la ZPM. La morue franche, le bar rayé et l'anguille d'Amérique ont été désignés par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) (Tableau 18), tandis que l'esturgeon noir et l'anguille d'Amérique sont susceptibles d'être désignés espèce vulnérable ou menacée en vertu de la Loi québécoise sur les espèces vulnérables ou menacées.

Morue franche

La morue franche (*Gadus morhua*) fait partie des espèces dites en péril par le COSEPAC, mais elle ne se trouve pas sur la liste officielle des espèces en péril à l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril*. Dans l'estuaire maritime, on retrouve la morue franche à l'intérieur des isobathes de 100 à 200 m, sur le plateau des Escoumins entre Forestville et Pointe des Monts, sur des fonds fortement sablonneux (Tremblay *et al.* 1983). Antérieurement, les plus hauts rendements de capture de morues par trait de chalut de tout l'estuaire maritime ont été mesurés au sud-est de Pointe Manicouagan (Tremblay *et al.* 1983). En période estivale, la morue se rapproche de la côte pour se nourrir de poissons, particulièrement de capelan, mais aussi de lançon, de hareng, de mye et de vers marin. Les statistiques de pêches font état de captures accidentelles de morue à quatre reprises entre 1999 et 2008 à l'intérieur des limites de la ZPM. Lors du relevé multidisciplinaire en août 2004, seulement un trait de chalut sur 11 dans l'estuaire maritime a capturé la morue franche (Bourdages *et al.* 2004). Par contre, en 2008 et 2009 dans la ZPM, des morues juvéniles ont été capturées aux 4 stations échantillonnées entre 80 et 160 m (Figure 26). Ceci peut s'expliquer par le fait que, depuis 2008, les traits des relevés se font plus près de la côte.

Il est également probable que des morues juvéniles se trouvent dans les herbiers de zostères de la ZPM. Certaines indications suggèrent que les spécimens qui étaient identifiés comme des morues de roche (*Gadus ogac*) seraient en réalité des morues franches (Grant et Provencher 2007). Des vérifications génétiques seront nécessaires pour clarifier ce point.

Bar rayé

La population de bar rayé (*Morone saxatilis*) de l'estuaire du Saint-Laurent a été soumise à une exploitation très forte. En raison de cette exploitation, du non-respect de la réglementation et de l'altération de l'habitat, la population de bar rayé de l'estuaire du Saint-Laurent a disparu. Le déclin semble avoir pris de la vitesse au milieu des années 1950. Les dernières prises datent de 1968. Il reste quelques individus au Nouveau-Brunswick dispersés sur les côtes (COSEPAC 2004). La population dans l'estuaire du Saint-Laurent occupait un tronçon fluvial et estuarien long d'environ 300 km entre le lac Saint-Pierre et Kamouraska. Dans la ZPM, le bar rayé a été noté une première fois en 2004, puis encore en 2005. Ces derniers proviennent probablement des ensemencements réalisés dans la région de Québec depuis 2002 afin de réintroduire le bar rayé dans le fleuve du Saint-Laurent (Levasseur et al. 2008). Historiquement, l'estuaire représente sa limite nord de distribution. Cependant, un réchauffement climatique pourrait favoriser son expansion.

Anguille d'Amérique

L'anguille d'Amérique est confrontée à un certain nombre de menaces. Les changements climatiques pourraient causer une déviation du Gulf Stream au nord (Taylor et Stephens 1998), ce qui pourrait interférer avec le transport des larves vers les zones côtières. Les barrages et d'autres obstacles entraînent la perte et la fragmentation des habitats et contribuent à réduire ou à retarder le recrutement. Les turbines des barrages peuvent également contribuer à accroître les mortalités ou les dommages chez les migrants descendants, selon le type de turbine et la grosseur de l'anguille. Les contaminants biologiques (espèces exotiques, parasites) et chimiques ainsi que la pêche commerciale sont des menaces dans certaines régions.

La présence d'anguille dans la ZPM, ou à tout le moins dans les herbiers de zostères, a été documentée (Grant et Provencher 2007).

Esturgeon noir

L'esturgeon noir est susceptible d'être désigné espèce vulnérable ou menacée en vertu de la Loi québécoise sur les espèces vulnérables ou menacées. Une étude sur les possibilités de frai de l'espèce dans l'estuaire de la rivière Manicouagan a été réalisée (Naturam Environnement 1995). Deux sites pouvant correspondre à un habitat favorable au frai sont identifiés, mais l'auteur souligne qu'une documentation de l'utilisation de ces sites de frai demeure nécessaire. D'ailleurs, Daniel Hatin (FAPAQ, comm. pers.) qui étudie l'esturgeon noir depuis plusieurs années met en doute la possibilité que cette espèce fraye dans des rivières comme celle de Manicouagan. Selon ses études, l'esturgeon noir vivant dans des grands fleuves nordiques fraye directement dans ces fleuves (comme à l'Île-aux-Coudres, voir l'étude de Hatin *et al.* 2007) et non dans les rivières tributaires au fleuve. Par contre, les esturgeons peuvent s'alimenter dans les estuaires de ces rivières. Des

esturgeons noirs ont été capturés dans l'estuaire de la Betsiamites, dont un gros spécimen d'environ 2,5 m de longueur pris au filet au début des années 1990. En 2007, les 4 spécimens capturés mesuraient 1,5 m de longueur environ (Levasseur et al. 2008).

Tableau 18. Espèces de poissons précaires selon le COSEPAC pouvant se trouver dans la ZPM.

Espèce	**Désignation COSEPAC**	**Programme de rétablissement / Plan de gestion**
Morue franche *Gadus morhua*	**En voie de disparition** (Population nord-laurentienne, 2010)	Non
Bar rayé *Morone saxatilis*	**Disparu du pays** (Population de l'estuaire du Saint-Laurent, 2004)	2002 (MRNF-Québec)
Anguille d'Amérique *Anguilla rostrata*	**Préoccupante** (2006)	Non

4.5.5 Connaissances à acquérir

L'étude en cours sur l'inventaire des poissons de fond de l'estuaire maritime (R-09, Tableau 19) comprend les poissons démersaux de la ZPM Manicouagan. L'analyse de ces données sera un premier pas vers la caractérisation des communautés de poissons démersaux de la ZPM. Peu d'information est disponible sur les poissons pélagiques de la ZPM (Tableau 20). Les emplacements de frayères de poissons fourrages comme le capelan, le lançon et le hareng sont méconnus.

Tableau 19. Projets de recherche et monitorage apportant de l'information sur les poissons.

Composante Projet de recherche (R) * et monitorage (M)*	**Couverture** (ZPM ou à proximité)	**Année** d'étude
Communautés de poissons		
M-22 Relevés multispécifiques pour l'évaluation des stocks	(ZPM ou à proximité)	1990-
R-Caractérisation des herbiers de zostères bordant la ZPM (Grant et Provencher 2007)	Intertidal	2004-2005
R-Caractérisation de l'habitat du poisson (Naturam environnement 1996)	Secteur de Pointe-aux-Outardes	1995
R-Étude sur les composantes biologiques de l'estuaire Manicouagan (Roche ltée 1987e)	Estuaire de la rivière Manicouagan	1986
R-Inventaire des poissons (Rochette *et al.* 1974)	Estuaire de la rivière aux Outardes	1974
R-Étude de la communauté de poissons (Groupe Environnmentale Shooner inc. 1993)	Estuaire de la rivière aux Outardes	1992-1993
R-Liste d'espèces de poissons inventoriés dans l'estuaire maritime (Scallon-Chouinard *et al.* 2007)	Estuaire maritime (dont la ZPM)	Plusieurs dates
R-04 et **R-05** Inventaires des organismes benthiques dans la ZPM – I et II	ZPM Manicouagan	2006-2007
R-09 Distribution écologique des poissons démersaux	Estuaire maritime, dont 19 stations dans la ZPM	2004
R-28 Relevés hydroacoustiques dans le Saint-Laurent des Escoumins à Gaspé	Dans la ZPM de 20 à 320 m de l'est à l'ouest	2008-2009
M-Révision de la base de données des relevés de recherche (Dutil *et al.* 2007)	12 stations près de la ZPM	2005
M-Données de pêche (flétan du Groenland)	Estuaire maritime	—
M-Relevés de recherche (flétan du Groenland)	Estuaire maritime	—
M-25 Réseau des observateurs du capelan	Baie-Comeau	2002

* Le numéro associé à la lettre R ou M (ex. : R-04) réfère au projet de recherche ou au monitorage dont une description est présentée à l'annexe 5.

Tableau 20. Besoins en termes d'acquisition de connaissances sur les poissons.

- Communautés de poissons pélagiques et démersaux dans la ZPM
- Présence de juvéniles de morue franche dans la ZPM
- Frayères pouvant être présentes dans la ZPM ou à proximité

4.6 MAMMIFÈRES MARINS

La plupart des mammifères marins présents dans l'estuaire maritime, soit 13 espèces de cétacés et quatre espèces de phoques, peuvent également se retrouver dans la ZPM Manicouagan. Des recensements aériens ont fait état d'échoueries de phoque commun et de phoque gris dans le secteur de la ZPM (Robillard *et al.* 2005). Le phoque commun, espèce côtière résidant à l'année dans le Saint-Laurent, est le mammifère marin qui utilise le plus la ZPM, que ce soit comme aire d'alimentation, de repos ou de mise bas. Le phoque du Groenland pourrait être un visiteur occasionnel saisonnier. Il s'alimente dans l'estuaire de l'automne au printemps où il forme parfois de grands troupeaux. Parmi les cétacés, le marsouin commun et le petit rorqual fréquentent la ZPM sur une base régulière (Naturam Environnement 1999), tandis que le rorqual commun, le rorqual bleu, le rorqual à bosse et le béluga sont présents occasionnellement. Roche ltée (1987e) a fait un relevé de cétacés en 1986 dans l'estuaire de la rivière Manicouagan (par bateau) mais aussi dans la ZPM (par avion et tour d'observation à la Pointe Manicouagan). Les espèces notées étaient le rorqual bleu, le rorqual commun, le petit rorqual et le dauphin à flancs blancs.

4.6.1 Espèces de mammifères marins en péril

Le tableau 21 présente les espèces de mammifères marins qui peuvent se trouver dans la ZPM, et s'il y a lieu, leur évaluation par le COSEPAC et leur statut actuel en vertu de la *Loi sur les espèces en péril*. Cette loi, en vigueur depuis 2003, vise la protection des espèces sauvages. Une liste d'espèces en péril est comprise dans la loi. Cependant, celle-ci est mise à jour au fur et à mesure que le COSEPAC évalue les espèces en situation précaire et que le Ministre prend une décision quant au statut officiel de chacune d'entre elles. La protection se fait entre autres via des programmes de rétablissement pour les espèces les plus vulnérables (menacées, en voie de disparition ou disparues du Canada) et des plans de gestion pour les espèces à statut préoccupant.

Quoiqu'aujourd'hui le béluga du Saint-Laurent ne fréquente qu'occasionnellement la ZPM, au début du XXe siècle il occupait intensivement les bancs de Manicouagan. À cette époque, ces bancs supportaient une importante chasse aux bélugas (Vladykov 1944 et 1946). Aujourd'hui ce site n'est pratiquement plus utilisé. Une chasse excessive d'une sous-population et une modification de l'habitat liée à la construction de barrages sur les rivières de la région sont des raisons possibles de l'abandon de ce site (revue dans COSEPAC 2004; Kingsley 2002; Laurin 1982; Reeves et Mitchell 1984).

Tableau 21. Mammifères marins pouvant se trouver dans la ZPM, leur évaluation par le COSEPAC, et leur statut en vertu de la *Loi sur les espèces en péril*.

Espèce	**Désignation COSEPAC**[1]	**Statut LEP**[2]	**Programme de rétablissement / Plan de gestion**[3]
Baleine noire *Eubalaena glacialis*	En voie de disparition (2003)	En voie de disparition	2009
Baleine à bec commune *Hyperoodon ampullatus*	En voie de disparition (2002)	En voie de disparition	2009
Béluga *Delphinapterus leucas*	Menacée (2004)	Menacée	En cours d'élaboration
Cachalot macrocéphale *Physeter macrocephalus*	Non en péril (1996)	Aucun	S/O
Dauphin à flancs blancs *Lagenorhynchus acutus*	Non en péril (1991)	Aucun	S/O
Dauphin à nez blanc *Lagenorhynchus albirostris*	Non en péril (1993)	Aucun	S/O
Épaulard *Orcinus orca*	Préoccupante (2008)	Aucun	S/O
Globicéphale noir *Globicephala melaena*	Non en péril (1994)	Aucun	S/O
Marsouin commun *Phocoena phocoena*	Préoccupante (2006)	Menacée	Aucun
Petit rorqual *Balaenoptera acutorostrata*	Non en péril (2006)	Aucun	S/O
Phoque commun *Phoca vitulina concolor*	Non en péril (2007)	Aucun	S/O
Phoque gris *Halichoerus grypus*	Non en péril (1999)	Aucun	S/O
Phoque du Groenland *Pagophilus groenlandicus*	Non évalué	-	-
Rorqual à bosse *Megaptera novaeangliae*	Non en péril (2003)	Préoccupante	Aucun
Rorqual bleu *Balaenoptera musculus*	En voie de disparition (2002)	En voie de disparition	2009
Rorqual commun *Balaenoptera physalus*	Préoccupante (2005)	Préoccupante	Aucun

1 Voir www.cosewic.gc.ca/fra/sct5/index_f.cfm

2 Voir www.sararegistry.gc.ca/status/status_f.cfm

3 Si une espèce est en péril, un programme de rétablissement ou un plan de gestion doit être élaboré.

4.6.2 Phoque commun

Parmi les mammifères marins fréquentant la ZPM Manicouagan, le phoque commun, *Phoca vitulina concolor*, a été ciblé tout particulièrement dans la liste de préoccupations environnementales du plan de gestion de la ZPM (Tableau 1). Le phoque commun est la seule espèce de phoque présent à l'année dans l'estuaire du Saint-Laurent. Il est possiblement présent à l'année aussi dans la ZPM. C'est la seule espèce de phoque à y mettre bas et les sites qu'elle utilise près de la côte sont relativement accessibles ce qui en fait l'espèce de phoque la plus susceptible au dérangement par les activités humaines.

Dans l'estuaire du Saint-Laurent, sa population aurait antérieurement été réduite en raison d'un programme de chasse à primes, mais l'espèce est aujourd'hui protégée par un règlement sous la Loi sur les pêches qui en interdit la chasse. La sous-espèce de l'Atlantique et de l'est de l'Arctique a été classée « non en péril » par le COSEPAC lors de la dernière évaluation ayant eu lieu en novembre 2007. Cette évaluation considère les phoques communs de ces deux régions comme une population unique car aucune étude génétique ne supporte une différenciation marquée des phoques communs de l'estuaire du Saint-Laurent avec ceux de la côte Atlantique et de l'est de l'Arctique canadien. La protection du phoque commun est visée dans le cadre des projets de zone de protection marine Estuaire du Saint-Laurent (ZPM à l'étude) et du parc marin du Saguenay – Saint-Laurent qui lui reconnaissent une situation particulière. De plus, plusieurs intervenants du milieu se sont concertés sous l'initiative du Réseau d'observation des mammifères marins (ROMM) pour former la Table de concertation sur le phoque commun de l'estuaire du Saint-Laurent dont le mandat est de participer à sa protection et mise en valeur (voir www.romm.ca).

Les habitats importants pour le phoque commun sont les baies peu profondes et les estuaires de rivières ainsi que les sites d'échouerie et de mise bas (Lesage 1999). Les sites d'échouerie sont des barres sablonneuses, des îlots, des récifs et des rochers, tous exposés à marée basse qui fournissent une aire de repos, de mise-bas, d'allaitement et de mue. L'utilisation des échoueries par les phoques communs devient plus importante pendant les périodes de mise bas et d'allaitement des jeunes et pendant la période de la mue, ce qui dans l'estuaire correspond respectivement à la fin-mai au début de juillet, puis de la fin-juillet au mois d'août (Dubé et *al.* 2003; Henry et Hammill 2001). Avec ses trois estuaires de rivière et ses bancs de sable, la ZPM Manicouagan et la zone intertidale environnante fournissent des habitats précieux pour le phoque commun. Lors des recensements aériens effectués entre 1994 et 2000, cinq sites ont été identifiés dans le secteur de la ZPM (Tableau 22). Le nombre total estimé de phoques communs dans la zone étaient évalué entre 14 et 59 individus (Robillard *et al.* 2005). La figure 27 localise les principaux sites d'échoueries et de mise bas établis dans le plan de gestion préliminaire de la ZPM. Parmi ces sites, le site de l'île de la Mine (en face de Ragueneau) a été classé comme hautement prioritaire à protéger en fonction de la fréquentation des sites par les phoques et de l'accessibilité pour les activités humaines (Savaria *et al.* 2003). Le phoque commun partage aussi ce site d'échouerie avec le phoque gris.

Les baies et les estuaires sont également des endroits où les phoques s'alimentent (Lesage 1999). La ZPM Manicouagan constitue vraisemblablement une aire d'alimentation pour le phoque commun. Celui-ci se nourrit principalement de poissons, mais aussi de crustacés et d'autres invertébrés (Lesage 1999; Lesage et al. 2001). Selon des études

réalisées dans l'est du Canada, les proies les plus souvent consommées sont le hareng, le capelan, le lançon, l'éperlan et la plie rouge (Boulva et McLaren 1979, Bowen et Harrison 1996). Le capelan était abondant dans l'estomac de cinq individus provenant de l'estuaire (Lavigueur *et al.* 1993). Le phoque commun est un prédateur opportuniste, qui consomme normalement la proie la plus abondante en temps et lieu (Thompson *et al.* 1996).

Tableau 22. Sites d'échouerie et nombre de phoques communs observés dans la ZPM Manicouagan lors des recensements aériens. Extrait de Robillard *et al.* (2005).

Sites	Substrat	Juin			Août				P*
		1995	1996	2000	1994	1995	1996	1997	
L'Anse des Aulnes (Papinachois)	Roches	2	0	0	0	0	0	0	
Batture Pointe-aux-Outardes	Banc de sable	0	22	0	0	0	0	0	X
île de la Mine (Ragueneau)	Roches	15	27	12	19	27	28	34	X
Estuaire de la rivière aux Outardes	Banc de sable	0	0	0	0	0	0	25	
Pointe Saint-Gilles (Pointe-Lebel)	Banc de sable	1	1	2	0	8	6	5	X

*Partage le site d'échouerie avec le phoque gris : X

Un programme de recherche à long terme sur le phoque commun est en cours à l'Université Laval (M-31, Tableau 23). Ce programme propose d'identifier les processus écologiques qui régissent les stratégies d'adaptation vitale des phoques communs du Saint-Laurent, en mettant l'accent sur les patrons de survie et de reproduction. L'approche consiste à établir des relations fonctionnelles entre la variabilité environnementale, les stratégies individuelles d'approvisionnement et les performances reproductrices du phoque commun. À plus long terme, ce programme permettra de déterminer les caractéristiques biodémographiques (survie, fécondité) et génétiques des phoques communs, ce qui est fondamental pour la compréhension de la dynamique de l'espèce dans l'estuaire.

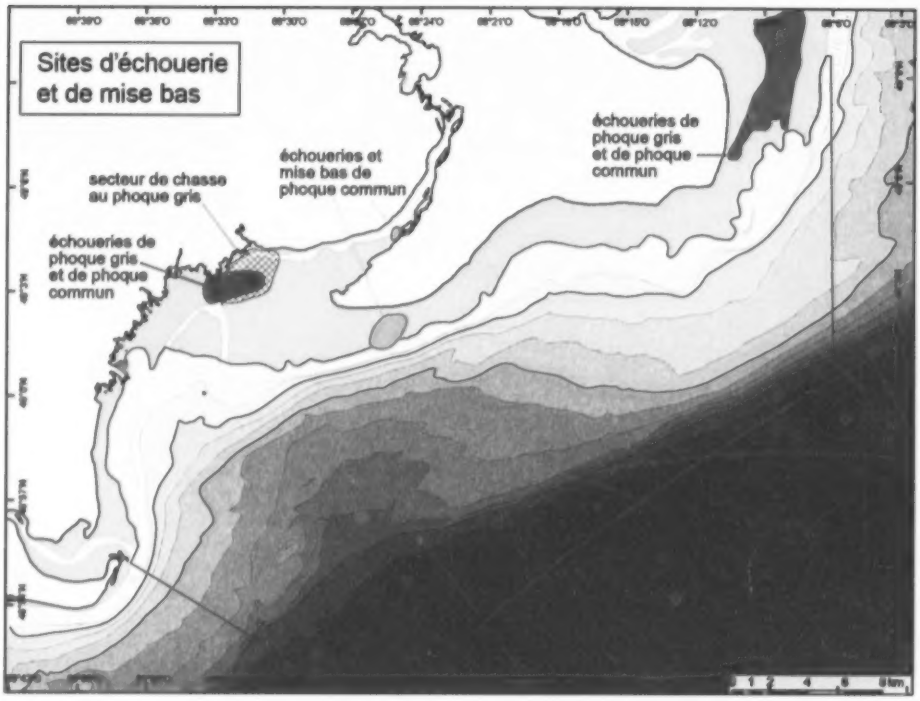


Figure 27. Principaux sites d'échouerie et de mise bas utilisés par les phoques dans le secteur de la ZPM Manicouagan. Figure adaptée du plan de gestion préliminaire de la ZPM Manicouagan (Elaine Abert, IML, données inédites).

Les activités potentiellement dérangeantes pour le phoque commun dans la ZPM sont la navigation récréative (kayak, motos marines etc.), l'écotourisme, la cueillette de duvet dans les colonies d'eider et la manipulation des petits phoques non sevrés. De plus, en période de mise bas, les phoques sont très sensibles au dérangement. Ces activités peuvent avoir un effet immédiat au niveau local sur leur abondance, leur condition, ainsi que leur survie. Une étude effectuée dans l'estuaire a démontré que le dérangement par les petits bateaux amène les phoques sur les échoueries à fuir dans l'eau (Henry et Hammill 2001).

Des prises accidentelles dans les fascines et les filets maillants, le braconnage et les prises accidentelles durant la chasse (dues aux erreurs d'identification avec les deux autres espèces de phoques) sont les principales causes de la mortalité accidentelle du phoque commun dans la ZPM. Cela affecte directement le taux de survie et l'abondance de la population. Une étude exploratoire (ROMM 2005) démontre qu'il existe réellement une problématique dans l'interaction entre les activités de pêche et les pinnipèdes dans l'estuaire du Saint-Laurent. Le rapport documente les facteurs qui contribuent à cette problématique, et des pistes intéressantes pour développer des solutions pour certains types d'engins de pêche sont soulevées. En 1999, trois ou quatre fascines étaient utilisées dans le secteur de la ZPM ; à l'heure actuelle il n'en resterait aucune.

Tableau 23. Projets de recherche et monitorage apportant de l'information sur les mammifères marins.

Composante Projet de recherche (R)* et monitorage (M)*	**Couverture** (ZPM ou à proximité)	**Année d'étude**
R-Étude sur les composantes biologiques de l'estuaire Manicouagan – observation de mammifères marins (Roche ltée 1987e)	Estuaire Manicouagan	1986
R-Distribution et abondance du phoque commun dans le Saint-Laurent (Robillard *et al.* 2005)	Estuaire maritime	1994-2001
R-26 Table de concertation sur le phoque commun de l'estuaire de Saint-Laurent	Estuaire maritime	2003
M-31 Stratégies démographiques et stratégies d'acquisition des ressources (influence des conditions environnementales)	Estuaire du Saint-Laurent	2008-2012
R-Plans de rétablissement des cétacés	Estuaire et le golfe	—

* Le numéro associé à la lettre R ou M (ex. : R-26) réfère au projet de recherche ou au monitorage dont une description est présentée à l'annexe 5.

4.6.3 Connaissances à acquérir

Peu d'information est disponible concernant l'habitat des phoques communs qui fréquentent la ZPM Manicouagan et la délimitation et l'utilisation des échoueries dans le secteur de la ZPM doivent être mieux documentées (Tableau 24). L'alimentation du phoque commun ainsi que la distribution, l'abondance et la contamination de ses proies dans la ZPM et dans les régions avoisinantes doivent être étudiées. La contamination et ses effets biologiques sur le phoque commun doivent également être évalués.

Le programme de recherche sur le phoque commun en cours à l'Université Laval (M-31, Tableau 23) contribuera à obtenir une meilleure compréhension de la dynamique de l'espèce dans l'estuaire. Ce suivi à long terme permettra d'identifier les périodes et les zones importantes où ces animaux risquent d'être plus sensibles aux perturbations.

Tableau 24. Besoins en termes d'acquisition de connaissances sur les phoques communs.

- Localisation et caractérisation des habitats du phoque commun, y compris la délimitation des échoueries
- Distribution du phoque commun dans l'espace et le temps dans la ZPM
- Occupation des échoueries
- Distribution des proies du phoque commun dans la ZPM
- Contaminants persistants et non persistants présents dans l'eau, les sédiments et les proies de la ZPM pouvant affecter le phoque commun
- Liens entre les concentrations des contaminants et les effets biologiques chez le phoque commun
- Dynamique de l'espèce dans l'estuaire du Saint-Laurent

5.0 PRESSIONS CAUSÉES PAR LES ACTIVITÉS HUMAINES

La ZPM Manicouagan n'est pas fortement éprouvée par les différentes pressions provenant des activités humaines. Ces activités, listées au chapitre 2 (section 2.2) et au tableau 25, constituent des pressions plus ou moins intenses sur les composantes écologiques de la ZPM. Le tableau 25 démontre les différents types d'agents stressants qui découlent de ces activités. Il s'agit d'agents de nature physique (changement d'habitat, de sédiments aquatiques, de température de l'eau, d'hydrodynamique, etc.), chimique (changement de niveau de sels nutritifs, de substances toxiques, etc.) ou biologique (perturbation ou prélèvement d'organismes, introduction d'espèces envahissantes, de bactéries et de pathogènes). Différentes activités peuvent avoir des effets semblables sur l'habitat et sur les organismes. Cependant, il n'est pas toujours possible d'établir un lien direct entre ces agents stressants et les composantes écologiques, car la documentation de l'étendue de ces activités dans la ZPM et de leur impact sur le milieu n'est pas complète à l'heure actuelle. Un bilan sommaire est néanmoins dressé dans les prochaines sections, basé sur l'information disponible en ce moment.

Trois groupes d'activités et de pressions peuvent être reconnus comme dominants dans la ZPM, soit les aménagements artificiels (barrages et protection des berges), les rejets de substances de sources terrestres (eaux usées industrielles et domestiques, eau d'écoulement provenant d'anciens sites d'enfouissement, d'agriculture etc.), et les activités qui se déroulent sur le territoire marin : la pêche, la chasse et les activités navales et récréotouristiques.

5.1 AMÉNAGEMENTS ARTIFICIELS

Des constructions artificielles causent principalement des perturbations de nature physique. Ces perturbations affectent le milieu marin, notamment par des changements sur le plan de la sédimentation et de l'hydrodynamique, ce qui entraîne une perturbation de l'habitat.

5.1.1 Barrages hydroélectriques

Dans la ZPM, les trois principales rivières sont harnachées et leur débits contrôlés (Figure 28). Les aménagements ont apporté plusieurs modifications au régime naturel d'écoulement d'eau douce : les débits varient beaucoup moins au cours de l'année, la crue printanière est moindre et l'étiage hivernal moins prononcé. La figure 10 (section 3.2.2) permet de comparer les variations mensuelles des débits des rivières de la ZPM à celles d'une rivière non-harnachée (rivière Moisie). Ces modifications des débits naturels amènent des changements au niveau du régime hydrodynamique qui résulte de la superposition de deux processus : le débit des rivières et la marée (Romaña 1994). De plus, les rivières harnachées apportent moins de matières en suspension et ont des charges de sels nutritifs moins variables au cours de l'année par rapport aux rivières non-harnachées (Robitaille 1998). Lors de la construction des barrages, du mercure jusqu'alors retenu dans le sol riverain, est relâché dans l'eau et apporté au milieu marin.

Tableau 25. Activités humaines dans le secteur de la ZPM Manicouagan et les agents stressants qui en découlent.

Agents stressants (d'après Scheltinga 2004)	Aménagements hydroélectriques	Aménagement des berges	Émission d'eaux usées industrielles et domestiques	Diffusion d'eau d'écoulement	Pêche	Chasse	Navigation maritime	Activités récréo-touristiques
Perturbation d'habitat	+	+			+			
Sédiments aquatiques	ch	ch						
Température de l'eau	+		+					
Hydrodynamique	ch	ch						
Régime d'écoulement d'eau douce	ch							
Matière organique	-		+	+				
Nutriments	ch		+	+				
Déchets / ordures					+		+	+
Substances toxiques	+		+	+	+	+	+	+
Prélèvement d'organismes					+	+		
Dérangement d'organismes					+	+	+	+
Blessures d'organismes					+	+	+	
Espèces exotiques envahissantes							+	+
Bactéries / pathogènes			+	+				

+ = augmentation, - = diminution, ch = changement par rapport à l'état naturel

Les impacts des barrages électriques sur les composantes biologiques de la ZPM sont encore peu connus. On pense que la construction des barrages sur les rivières de la région (Fig. 28) est une des raisons possibles de l'abandon du secteur par le béluga du Saint-Laurent qui occupait intensivement les bancs de Manicouagan au début du XXe siècle (Kingsley 2002, Laurin 1982, Reeves et Mitchell 1984, Vladykov 1944). Néanmoins, l'activité des barrages influence le régime hydrologique dont les particularités physiques et chimiques soutiennent l'équilibre écologique de la ZPM. Cette influence est accentuée près de la côte. Les barrages étant en place depuis plusieurs années, cette situation n'est pas réversible et un certain équilibre s'est établi depuis. Les interventions possibles actuellement touchent la régulation des débits (volume et période de l'année). Une meilleure compréhension des liens entre les composantes biologiques et les variables environnementales influencées par l'action des barrages hydroélectriques doit être acquise. Pour ce faire, des modèles océanographiques à résolution plus élevée et adaptés au milieu côtier sont nécessaires pour comprendre cette dynamique et pour proposer des interventions pertinentes pour la santé des écosystèmes.

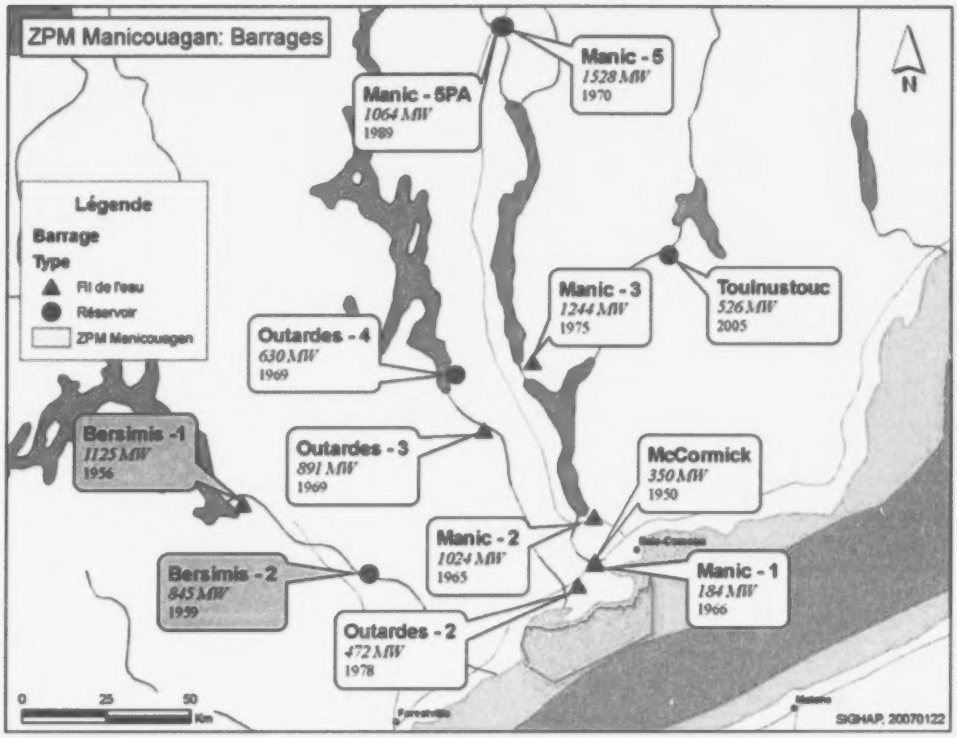


Figure 28. Barrages hydroélectriques aménagés sur les trois principales rivières se jetant dans la ZPM Manicouagan. Les capacités et les dates de construction des barrages sont indiquées.

5.1.2 Aménagement des berges

L'érosion des berges dans le secteur de la ZPM Manicouagan est importante et a augmenté en intensité depuis quelques décennies (Dubois *et al.* 2005) (Figure 29). Les sédiments arrachés des côtes sont amenés au large, où ils se déposent sur le fond ou ailleurs sur les côtes (Duchesne *et al.*, 2003). Afin de protéger ses biens, la population locale érige des structures de protection, telles que des enrochements ou des murs (Figure 29). Le taux d'artificialité de la côte de la péninsule de Manicouagan a augmenté de 1 % en 1931 à 30 % en 2006 (MPO 2008). Cependant, ces aménagements ont tendance à amplifier le problème d'érosion, car ils augmentent la réflexion des vagues au lieu de l'atténuer. Cela entraîne la disparition des plages devant les structures et renforce l'érosion aux endroits adjacents par l'effet de bout (Lajoie *et al.* 2007).

L'apport sédimentaire, provenant en grande partie de l'érosion des falaises argileuses, modifie le fond marin de la ZPM. Par exemple, cet apport de sédiments sur les pentes sous-marines abruptes, pourrait être la principale cause des glissements de terrain sous-marins (Duchesne *et al.* 2003), dont on voit les traces sur l'image multifaisceaux (Figure 1). Cette modification sédimentaire du fond marin pourrait avoir un effet sur la composition de la faune benthique qui l'habite.

5.2 REJETS DE SUBSTANCES DE SOURCES TERRESTRES

Cinq municipalités bordent la ZPM, soit Ragueneau, Chute-aux-Outardes, Pointe-aux-Outardes, Pointe-Lebel et Betsiamites (Tableau 26). De plus, puisque la rivière Manicouagan reçoit des émissions de la ville de Baie-Comeau, il semble pertinent d'inclure la municipalité de Baie-Comeau dans la recherche de sources de pollution.

L'émission de substances organiques et chimiques se fait par le biais de sources ponctuelles, comme des émissaires d'eaux usées (Figure 29 – les sources de pollution à Baie-Comeau ne sont pas montrées) ou de sources diffuses provenant d'écoulement de fosses septiques non conformes, d'agriculture, de sites d'enfouissement et de dépotoirs clandestins près de la côte (Naturam Environnement 1999).

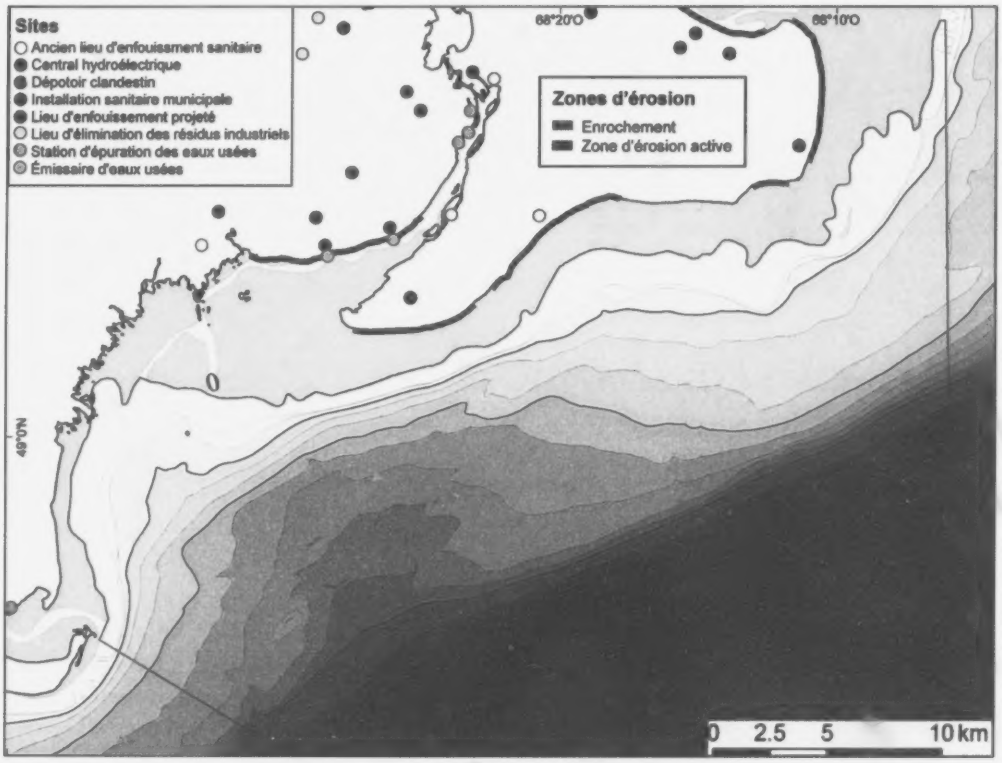


Figure 29. Sources de pollution terrestre dans le secteur de la ZPM Manicouagan. Figure adaptée de Naturam Environnement (1999).

Tableau 26. Les municipalités riveraines bordant la ZPM Manicouagan.

Municipalité	Désignation	Superficie (km^2)	Population (année)
Betsiamites	Réserve indienne	255,37	2 368 (2006)
Ragueneau	Paroisse	215,92	1 532 (2009)
Chute-aux-Outardes	Village	8,31	1 739 (2009)
Pointe-aux-Outardes	Village	71,56	1 441 (2009)
Pointe-Lebel	Village	91,16	1 967 (2009)
Baie-Comeau	Ville	371,69	22 220 (2009)

Les rejets des industries (l'usine de pâtes et papiers QUNO, l'aluminerie Reynolds) à Baie-Comeau ont déjà été très importants, mais sont aujourd'hui mieux contrôlés (Fortin *et al.* 1996). Il reste néanmoins un rejet toxique des usines, principalement des substances organiques (acides gras, huiles, graisses minérales), ainsi que du fer et de l'aluminium. À Baie-Comeau, des usines d'assainissement des eaux dans le secteur desservent l'ensemble de la ville (Fortin *et al.* 1996). Les ouvrages de traitement consistent en des étangs aérés, où l'activité de bactéries aérobies dégrade la matière organique dans les eaux sanitaires. Les points de rejet se situent dans la rivière Manicouagan et dans l'estuaire maritime. Le ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire recueille annuellement des informations sur le fonctionnement des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux (http://www.mamrot.gouv.qc.ca/infrastructures/infr_suivi_ouv_ass_eaux.asp). À Pointe-aux-Outardes, il n'y a pas de réseau d'égouts. Les fosses septiques sont pour la plupart des fosses septiques conformes (Naturam Environnement 1999). À Ragueneau, la majorité des résidences possèdent des fosses septiques. Selon Naturam Environnement (1999), la moitié de ces fosses étaient non conformes. Environ 30 % des bâtiments à Ragueneau étaient reliés à un réseau d'égouts se jetant dans deux grandes fosses municipales dont les émissaires se deversent dans la rivière aux Outardes. À Chute-aux-Outardes, la majeure partie des eaux usées est déversée sans traitement dans la rivière aux Outardes ou dans un tributaire de cette rivière, via un réseau d'égouts. À Pointe-Lebel, une partie des résidences est desservie par un réseau d'égout consistant en deux grandes fosses, reliées à des champs d'épuration. Même si aucun inventaire n'a été fait, on estime qu'environ 60 % des résidences hors réseau possèdent des fosses septiques conformes (Naturam Environnement 1999). Enfin, la communauté de Betsiamites dispose d'un système de traitement d'eau usée. Le réseau d'égouts est relié à trois étangs aérés, dont le point de rejet de l'eau traitée est situé dans la rivière Betsiamites (Naturam Environnement 1999).

L'inventaire des sites contaminés fédéraux liste neuf sites côtiers dans ce secteur, dont cinq à Baie-Comeau (http://www.tbs-sct.gc.ca/fcsi-rscf, consulté le 10 avril 2010). Le répertoire provincial des terrains contaminés fait état de 153 terrains contaminés, réhabilités ou non, dans la MRC Manicouagan, presque tous à Baie-Comeau, tandis que le répertoire provincial des dépôts de sols et de résidus industriels en dénombre six dans la MRC Manicouagan, tous près de Baie-Comeau (http://www.mddep.gouv.qc.ca/sol/inter.htm, consulté le 10 avril 2010).

Même si les rejets de contaminants sont aujourd'hui mieux contrôlés, les sédiments contiennent encore de nombreux contaminants. Quoiqu'on ne connaisse pas leur teneur dans les sédiments de la ZPM, on sait que ceux du Saint-Laurent contiennent de nombreux contaminants persistants, notamment ceux des grandes familles des organochlorés et des métaux lourds (Savaria *et al.* 2003). Ces contaminants persistants sont transférés du milieu aux animaux principalement via l'alimentation (Gouteux *et al.* 2005, Savaria *et al.* 2003). Les animaux qui se trouvent au niveau supérieur de la chaîne alimentaire sont davantage contaminés, dû au phénomène de bioamplification. Également, les animaux qui vivent longtemps (ex. : le phoque commun vit de 20 à 30 ans) accumulent des contaminants lipophiles dans leurs réserves de gras (Ross *et al.* 1993). Différentes études révèlent des niveaux élevés de polluants persistants chez le phoque commun de l'estuaire du Saint-Laurent dont les pesticides organochlorés et les biphényles polychlorés (Lebeuf *et al.* 2003, Hobbs *et al.* 2002, Bernt *et al.* 1999). Le phoque commun de l'estuaire montre les concentrations les plus élevées de biphényles polychlorés et de diphényléther polybromés comparativement aux phoques du sud du golfe et de la côte sud de Terre-Neuve (Lebeuf *et al.* 2003). Ces polluants peuvent avoir des effets négatifs sur le système immunitaire des animaux, comme il a été démontré pour les diphényléther polybromés (Frouin *et al.* 2010) et le tributylétain (peinture antisalissure) (Frouin *et al.* 2008).

5.3 PÊCHE, CHASSE ET ACTIVITÉS NAVALES ET RÉCRÉOTOURISTIQUES

Les activités dans ce groupe peuvent notamment mener à un prélèvement ou une perturbation des organismes, ou même une introduction de nouvelles espèces dans le cas de la navigation maritime. Parallèlement, plusieurs de ces activités peuvent affecter de façon négative l'environnement et les organismes, notamment les engins de pêche et l'utilisation de bateaux.

5.3.1 Pêche et chasse

Tel qu'exposé dans les sections sur le zoobenthos (section 4.4.4) et les poissons (section 4.5.3), les principales espèces visées par la pêche sont le crabe des neiges, la mye commune, le buccin commun et le flétan du Groenland, et avec moins d'intensité, la mactre de Stimpson et la crevette nordique (Tableau 13). À partir des données des statistiques des pêches sur l'emplacement des captures de pêche des dix dernières années, une carte de pression de pêche a été produite pour les espèces suivantes : crabe des neiges, buccin commun, mactre de Stimpson, crevette nordique (Figure 30). Il s'effectue également une pêche blanche à l'embouchure de la plupart des rivières dans le secteur.

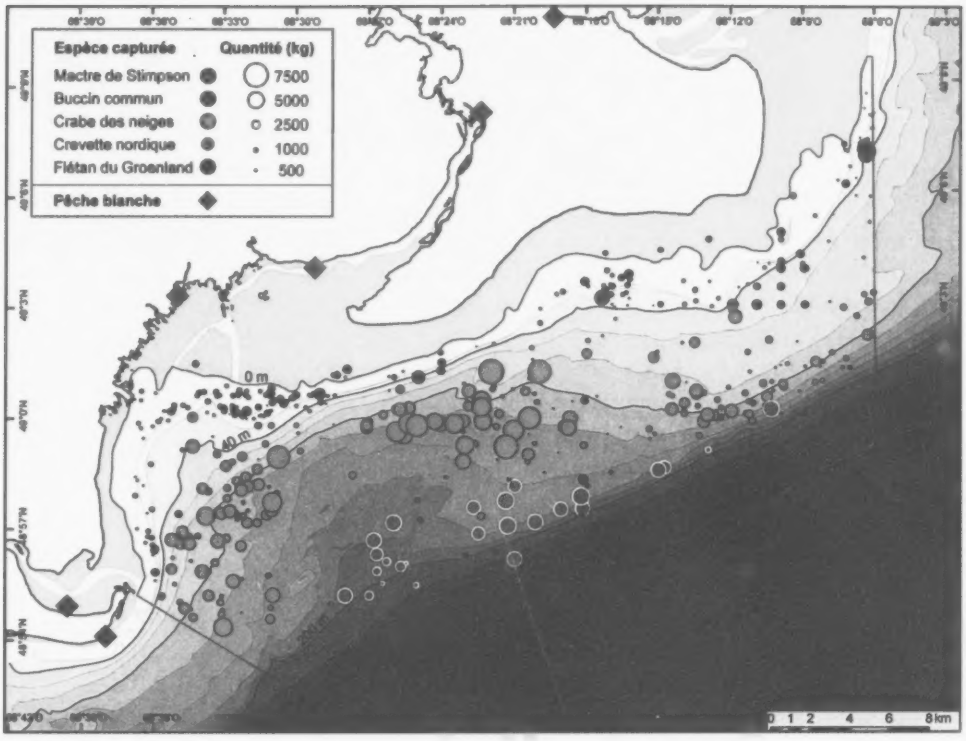


Figure 30. Captures de crabe des neiges, buccin commun, mactre de Stimpson, crevette nordique et flétan du Groenland dans la ZPM de 1999 à 2008.

Outre l'impact direct de la pêche sur la population de l'espèce visée, il peut parfois y avoir un impact sur des espèces accessoires. Dans le secteur de la ZPM, la pêche au buccin, se faisant à l'aide de casiers, a déjà entraîné une importante pêche accidentelle de l'oursin vert. Ce problème semble maintenant réglé. Il en va de même pour la plie canadienne, une espèce accessoire à la pêche aux filets maillants du flétan du Groenland. Les engins de pêche tels que les filets maillants et les fascines causent aussi des problèmes aux mammifères marins, qui s'y empêtrent. La fascine peut nuire notamment aux phoques (ROMM 2005). Une seule fascine était active dans le secteur en 2005.

Certains engins de pêche peuvent également causer des impacts indésirables sur l'environnement. C'est le cas des engins de pêche mobiles, touchant le fond, tels que la drague hydraulique ou le chalut de fond, qui causent des perturbations au fond marin et aux organismes qui y vivent. Dans la ZPM, la pêche à la mactre se fait à l'aide d'une drague hydraulique. Pour un sédiment sablonneux comme celui de la ZPM, les effets à court terme sur le fond marin semblent limités car le sable mis en suspension sédimente rapidement (Lambert et Goudreau 1997). Toutefois, les effets à moyen terme demeurent inconnus. Cette pêche cause une mortalité pour plusieurs organismes benthiques d'espèces récoltées mais non conservées. L'intensité de la pêche est cependant peu élevée pour le moment et on juge que les impacts sont faibles et de courte durée (MPO 2008). La pêche au crabe des neiges, qui se fait à l'aide de casiers, est importante dans la zone.

Une chasse s'effectue à la sauvagine et aux pinnipèdes. L'importance des deux est relativement faible et on s'y intéresse dans le présent contexte principalement à cause des risques de tuer ou de blesser par mégarde des phoques communs lors de la chasse au phoque du Groenland ou au phoque gris. La chasse aux phoques est d'ailleurs régie par la *Loi sur les pêches*, notamment via le Règlement sur les mammifères marins.

5.3.2 Activités navales et récréotouristiques

Les activités navales et recréotouristiques peuvent causer des perturbations aux organismes vivants, car elles impliquent le déplacement d'objets flottants relativement gros et souvent bruyants ou une présence humaine sur le territoire marin. Il existe plusieurs rampes de mise à l'eau pour la navigation de plaisance dans le secteur, en plus d'une marina de 60 places à Baie-Comeau. Le complexe portuaire de Baie-Comeau, situé en aval de la zone, est le premier en importance dans l'estuaire maritime (Naturam Environnement 1999). Une activité navale importante s'y greffe et ce trafic maritime transite au large de la ZPM. Les navires et bateaux de plaisance constituent un risque de collisions pour les mammifères marins et sont des sources de pollution lors d'accidents de collision ou d'échouage, ou via les rejets d'eaux usées et d'eau de ballast ou encore lors de transbordement de marchandises ou d'approvisionnement en hydrocarbures dans les ports. Les transbordements à Baie-Comeau atteignent des millions de tonnes métriques par année (Naturam Environnement 1999). L'utilisation de produits chimiques pour la protection des coques des bateaux (TBT et dérivés) provoquent aussi des effets néfastes (Fortin *et al.* 1996).

Le tourisme d'observation des baleines peut déranger les baleines. L'utilisation récréative et touristique du territoire en question (cueillette de mye, kayak, bateaux de plaisance etc.) peut perturber le phoque commun, provoquant, entre autres, l'abandon de chiots de phoque (Naturam Environnement 1999).

6.0 COMPOSANTES ÉCOLOGIQUES À SUIVRE

Les chapitres précédents constituent la première étape du développement du plan de suivi écologique de la ZPM en dressant le portrait de l'écosystème de la ZPM selon les connaissances actuelles. Le présent chapitre aborde la conception du suivi en définissant les composantes de cet écosystème qui devront être suivies à l'égard des objectifs de conservation de la ZPM. Ceux-ci visent à conserver et protéger les composantes de l'écosystème importantes pour la diversité et la productivité biologiques de la ZPM. On ne peut cependant suivre la totalité de ces composantes dans un écosystème aussi vaste que celui de la ZPM Manicouagan. Il a donc fallu déterminer des critères de sélection pour bâtir un suivi écologique réalisable.

Principalement, les composantes sélectionnées sont mesurables dans le temps et l'espace afin de permettre d'évaluer la performance de la ZPM dans l'atteinte des objectifs de conservation et l'efficacité des mesures de gestion. Parallèlement, d'autres composantes de l'écosystème, même si elles ne permettent pas d'évaluer la performance de la ZPM, sont sélectionnées de par l'importance de l'information qu'elles apporteront sur l'état de l'écosystème et pour l'interprétation des indicateurs de performance.

La sélection de l'ensemble des composantes sélectionnées pour le suivi de la ZPM Manicouagan a été acceptée dans le cadre d'un examen par les pairs du Secrétariat canadien des consultations scientifiques qui a eu lieu les 21 et 22 juin 2010 (MPO 2011).

6.1 COMPOSANTES POUR ÉVALUER LA PERFORMANCE DE LA ZPM

Des composantes écologiques représentatives de la ZPM ont été recommandées par les membres du comité scientifique de la ZPM (Annexe 6). On entendait par représentativité une forme d'appartenance et de spécificité à la zone protégée. Ce concept de représentativité dans la sélection de composantes écologiques a été utilisé pour plusieurs autres aires de conservation (Davis 2005, O'Boyle *et al.* 2004, Walmsley 2005 et 2006, ICES 2006).

Les composantes biologiques représentatives d'une zone sont les communautés et les populations produites dans le milieu, qui passent toute leur vie à l'intérieur des limites de la zone, qui en dépendent pour leur survie, leur reproduction et leur croissance. Par exemple, une population de poissons distribuée dans la ZPM appartient davantage à son écosystème qu'une population de passage ou une autre à plus large distribution. Aussi, le concept de représentativité d'une composante signifie un statut de résident de la ZPM pour certaines communautés ou populations. Ce sont ces composantes pour lesquelles il sera possible d'établir un lien direct avec les activités humaines qui ont cours dans la ZPM et qui permettront d'évaluer la performance de la ZPM et l'efficacité des mesures de gestion.

6.1.1 Composantes biotiques

De façon à sélectionner ces composantes représentatives de la ZPM, un critère de résidence a donc été appliqué à chacune des composantes de l'écosystème reconnues importantes au niveau de la productivité et de la biodiversité. Chacune des composantes écologiques de la ZPM présentées aux chapitres 3 et 4 joue un rôle important au niveau

de la productivité et/ou de la biodiversité. Le tableau 27 énumère ces composantes et, pour chacune d'elles, une note est attribuée pour évaluer son statut de résidente de la ZPM. Ce critère est noté comme suit :

Note 1 : Composante biologique qui passe tous les stades de sa vie dans la ZPM (ex. : buccin).

Note 2 : Composante biologique qui passe la majorité de sa vie (ex. bivalve qui passe toute sa vie dans la ZPM, sauf au stade larvaire) ou un stade important de sa vie dans la ZPM (ex. : reproduction).

Note 3 : Composante biologique qui est de passage dans la ZPM.

Une note de '1 ou 2' a été donnée aux communautés benthiques, car certaines espèces qui les composent sont sédentaires, tandis que d'autres peuvent se trouver en dehors de la ZPM pendant un stade de leur vie. Par exemple, la plupart des bivalves vivent un stade larvaire planctonique de quelques jours durant lequel ils sont à la merci des courants et peuvent être transportés sur des kilomètres. Un bivalve produit dans la ZPM peut se fixer ailleurs et, inversement, un bivalve produit à l'extérieur peut se fixer dans les sédiments de la ZPM. Cependant, une fois fixés ceux-ci demeurent en place et, pour la plupart, y vivent de nombreuses années. En passant la presque totalité de leur vie dans la ZPM, ils seront représentatifs de la zone. Il en va de même des petits poissons démersaux qui passent probablement leur vie à l'intérieur des limites de la ZPM. Cependant, une note de '1 ou 2' leur a été donnée, car nos connaissances sur les espèces et, par conséquent, sur leur cycle de vie et leur distribution ne sont pas suffisantes à l'heure actuelle pour donner une cote unique.

Tableau 27. Évaluation du statut de résidence des composantes biotiques considérées comme importantes pour la productivité et la biodiversité de l'écosystème de la ZPM Manicouagan.

Composantes biotiques	Note ou statut de résidence
Phytoplancton	
Communauté associée à *A. tamarense*	3
Zooplancton	
Macro- et mésoplancton	3
Phytobenthos	
Herbiers de zostères	3
Marais salés	3
Zoobenthos	
Communautés épibenthiques	1 ou 2* et 3 pour l'épibenthos passager
Communautés endobenthiques	1 ou 2*
Communautés suprabenthiques	1 ou 2* et 3 pour le suprabenthos passager
Espèces exploitées	
- crabe des neiges	3
- buccin commun	1
Poissons	
Pélagiques	3
Grands démersaux	3
Petits démersaux	1 ou 2* et 3 pour les espèces passagères
Espèces précaires ou en péril	
- morue et anguille	3
Espèces exploitées	
- flétan du Groenland	3
Oiseaux	
Canards de mer	3
Mammifères marins	
Espèces précaires ou en péril	
- phoque commun	2
- cétacés	3

* Une note de 1 ou 2 est donnée aux communautés benthiques car parmi les espèces qui les composent certaines ont un stade larvaire planctonique et aux communautés de poissons démersaux car les espèces qui les composent ainsi que leurs cycles de vie sont mal connus présentement

Les composantes sélectionnées pour évaluer la performance de la ZPM sont celles qui ont obtenues une note de 1 ou 2 (Tableaux 27 et 28). Ces composantes répondent aux objectifs de conservation qui visent à *conserver et protéger les habitats et les espèces d'importance pour la diversité et la productivité biologiques de la* ZPM et à *assurer une exploitation durable des ressources marines* (Annexe 1). De façon générale, ce sont les communautés et populations qui vivent dans, sur ou au-dessus du fond marin et qui, pour la plupart, sont peu mobiles, du moins pour la plus grande partie de leur vie.

Le phoque commun est également une des composantes ciblées pour le suivi de la performance de la ZPM. Il occupe les bancs de sable qui sont à proximité ou chevauchent les limites de la ZPM comme sites d'échouerie, de mise-bas et d'allaitement, activités cruciales pour la survie de l'espèce. Le suivi de l'utilisation et de l'accès à ces sites est particulièrement important pour ce phoque reconnu comme fidèle à ses échoueries. Le phoque commun a été ciblé comme espèce préoccupante dans le plan de gestion de la ZPM Manicouagan. Suivre le phoque commun dans la ZPM, répond donc à l'objectif de conservation qui vise à *protéger les espèces marines jugées importantes* (Annexe 1).

La sélection pour les composantes biotiques permettant d'évaluer la performance de la ZPM est fondée sur le niveau de connaissances actuelles. D'autres composantes pourront ultérieurement s'ajouter à la suite d'une meilleure compréhension de l'écosystème de la ZPM.

Tableau 28. Composantes biotiques retenues pour l'évaluation de la performance de la ZPM Manicouagan à atteindre les objectifs de conservation.

Composantes biotiques	Objectifs de conservation visés (Voir Annexe 1)
Zoobenthos	
Communautés épibenthiques	1A - Rétablir ou maintenir la qualité, la diversité et la productivité et des habitats jugés importants
Communautés endobenthiques	1A - Rétablir ou maintenir la qualité, la diversité et la productivité et des habitats jugés importants
Communautés suprabenthiques	1A - Rétablir ou maintenir la qualité, la diversité et la productivité et des habitats jugés importants
Espèces exploitées	
- Buccin commun	4C - Assurer une exploitation durable des ressources marines
Poissons	
Petits démersaux	1A - Rétablir ou maintenir la qualité, la diversité et la productivité et des habitats jugés importants
Mammifères marins	
Espèces précaires ou en péril	
- Phoque commun	1C - Protéger les espèces marines jugées importantes.

6.1.2 Composantes abiotiques

De manière à suivre le milieu de vie des composantes biotiques sélectionnées, les composantes qui définissent leur habitat doivent également faire l'objet d'un suivi. Celles dont le suivi permettra d'évaluer la performance de la ZPM sont celles qui sont directement reliées aux objectifs de conservation, soit, *rétablir ou maintenir la qualité, la diversité et la productivité des habitats jugés importants* et *rétablir ou maintenir la qualité de l'eau et des sédiments* (Annexe 1). Pour ce faire, un suivi de la composition des sédiments, des principales caractéristiques de l'eau et de la qualité de l'eau et des sédiments s'avère incontournable (Tableau 29).

Le fond marin de la ZPM défini par son relief et ses sédiments a une influence directe sur la composition et la distribution des communautés benthiques. La configuration du littoral, découpé par deux talus abrupts, avec une baie sous-marine à l'ouest et une pointe sableuse à l'est est unique dans l'estuaire du Saint-Laurent.

L'eau est également un élément important qui détermine en partie la composition et la distribution des communautés biologiques. L'eau se définit par les paramètres océanographiques, tels la température, la salinité, l'oxygène et les nutriments, et par sa qualité en termes de présence ou non de contaminants.

Tableau 29. Composantes abiotiques retenues pour l'évaluation de la performance de la ZPM Manicouagan à atteindre les objectifs de conservation.

Fond marin	Objectifs de conservation visés (Voir Annexe 1)
Relief (bathymétrie)	1A- Rétablir ou maintenir la qualité, la diversité et la productivité des habitats jugés importants
Composition des sédiments (matière organique, granulométrie)	1A- Rétablir ou maintenir la qualité, la diversité et la productivité des habitats jugés importants
Qualité des sédiments (contaminants)	1B - Rétablir ou maintenir la qualité de l'eau et des sédiments
Eau	
Qualité de l'eau (contaminants)	1B - Rétablir ou maintenir la qualité de l'eau et des sédiments

6.2 COMPOSANTES POUR ÉVALUER L'ÉTAT DE L'ÉCOSYSTÈME DE LA ZPM

Les composantes dont une note de 3 a été attribuée ne sont pas de bonnes candidates pour le suivi de la performance de la ZPM. Soit que leur distribution spatiale ou temporelle dépasse largement les limites de la ZPM, soit qu'elles sont localisées à l'extérieur des limites de la ZPM. Dans le premier cas, un changement d'une de ces composantes ne sera pas nécessairement causé par un impact originant de la ZPM. Mais ce changement peut avoir un impact sur une partie de l'écosystème de la ZPM. À titre d'exemple, une diminution des crabes des neiges dans la ZPM peut être due à une surpêche à l'extérieur de la ZPM diminuant la population en général. Cependant, le crabe des neiges étant une espèce structurante de la communauté benthique, une diminution ou une augmentation de cette espèce pourrait avoir un impact sur cette communauté. Dans le deuxième cas, un changement observé dans la ZPM peut être le résultat d'une altération d'une composante localisée à proximité de la ZPM, mais pouvant influencer l'état de son écosystème. Par exemple, une dégradation des herbiers de zostères juxtaposant les limites de la ZPM pourraient avoir un effet négatif sur sa productivité. Dans les deux cas, un suivi de ces composantes est donc souhaitable, du moins par le biais de programmes existants, pour interpréter les réponses obtenues lors de l'évaluation de la performance de la ZPM.

***Alexandrium tamarense* et la communauté phytoplanctonique associée**

La forte présence d'*A. tamarense* dans la ZPM représente un facteur important pour l'écosystème local. Les effets potentiels sur d'autres espèces sont encore plus clairs depuis la floraison de 2008 qui a provoqué des mortalités de poissons, oiseaux, phoques et cétacées. De plus, il est reconnu que la composition de cette communauté est un très bon indicateur des changements à long terme, e.g. climatique, eutrophisation, acidification (Cottingham *et al.* 1998, Hallegraeff 2010, Jaanus *et al.* 2009, Tas *et al.* 2010).

A. tamarense et la communauté phytoplanctonique qui lui est associée sont suivies à l'intérieur d'un programme de monitorage instauré depuis 1989 (Blasco *et al.* 1998 et 2003) et une station de monitorage se trouve au quai de Baie-Comeau (Annexe 5 : M-14).

Zooplancton

Le zooplancton est à la merci des courants et il dérive sur de grandes distances dans le golfe et l'estuaire du Saint-Laurent. Cependant, le zooplancton est un maillon important de la chaîme alimentaire de l'écosystème de la ZPM. Aussi, il importe de suivre sa composition et sa biomasse à l'échelle de l'estuaire, car des changements à cette échelle pourraient affecter l'écosystème de la ZPM.

Le suivi du zooplancton de l'estuaire est réalisé par divers programmes (Annexe 5 : M-20, M-18 et M-24).

Herbiers de zostères et marais salés

Les herbiers de zostères et les marais salés ont été recommandés comme composantes à suivre par les experts lors des ateliers sur l'élaboration du cadre de suivi écologique de la ZPM (MPO 2008). Ces milieux sont forts productifs et contribuent de façon importante à la productivité des milieux côtiers adjacents. De plus, par leur structure en trois dimensions, ils fournissent un substrat ou un abri à plusieurs organismes dont des juvéniles d'espèces qui habitent la ZPM. Le MPO est d'avis que la zostère marine remplit les critères d'une *Espèce d'importance écologique* et que la complexité spatiale qu'apporte la zostère au milieu intertidal ou infralittoral est unique dans l'est canadien (MPO 2009a).

Crabe des neiges

Le crabe des neiges, pêché dans la ZPM, peut voir son abondance diminuée dans la ZPM due à une surpêche à l'extérieur de la ZPM. Toutefois, le suivi de son abondance demeure pertinent puisque le crabe des neiges est une espèce structurante des communautés benthiques de la ZPM. Il peut avoir un effet significatif sur l'abondance d'espèces benthiques par la réduction ou l'augmentation de ses activités de prédation.

Un relevé de recherche est effectué chaque année sur la population de crabe des neiges de l'estuaire maritime et plusieurs stations d'échantillonnage sont situées dans la ZPM.

Poissons pélagiques et grands démersaux

Parmi les poissons pélagiques, le lançon et le capelan sont des espèces prisées par le phoque commun et sont donc un élément important de son régime alimentaire à suivre.

Il est difficile de prédire l'influence qu'ont les grands démersaux sur l'écosystème de la ZPM, mais on peut envisager qu'ils ont un rôle à jouer au niveau de l'équilibre des communautés benthiques. De plus, la morue franche, présente dans la ZPM, est une espèce en péril et le flétan du Groenland une espèce pêchée.

Un relevé multispécifique est réalisé, annuellement par le MPO, pour l'évaluation des stocks de poissons de fond (Annexe 5 : M-22). Depuis 2008, de nouvelles strates ont été ajoutées au niveau de l'estuaire entre 20 et 100 brasses pour obtenir des estimations d'abondance et de biomasse pour une dizaine d'espèces démersales et récolter des données sur les autres espèces.

Eau

Le régime hydrologique qui résulte du mélange de l'eau douce des rivières Betsiamites, aux Outardes et Manicouagan et des eaux salées de l'estuaire du Saint-Laurent, forcées par les marées et les vents, crée les particularités physiques et chimiques qui soutiennent l'équilibre biologique de la ZPM. Lors des ateliers sur le suivi écologique de la ZPM, les experts ont insisté sur le fait que ces processus hydrodynamique et chimique doivent être mieux compris et tenus en compte dans le suivi (MPO 2008). Également, la contamination exogène, présente dans le Saint-Laurent, pourrait être la cause de changements de la qualité de l'eau dans la ZPM et par conséquent devrait être suivie.

Espèces exotiques envahissantes

Aucune espèce envahissante n'a encore été répertoriée dans la ZPM Manicouagan. Il va de soi qu'il faut rester aux aguets face à d'éventuelles intrusions. L'introduction d'une de ces espèces peut causer des dommages considérables à l'écosystème qu'il a envahi et aux espèces qui y vivent. Les bouées de navigation, collecteurs passifs d'organismes benthiques, sont retirées et nettoyées annuellement par la garde côtière, permettant de détecter l'apparition d'éventuelles espèces exotiques envahissantes (Annexe 5 : M-23).

7.0 CONCLUSION

La première étape du suivi écologique de la ZPM Manicouagan est bien amorcée avec le portrait de son écosystème dressé à partir des connaissances actuelles. Cependant, certains projets de recherche en cours apporteront de nouveaux éléments qui permettront d'en augmenter considérablement sa compréhension.

La deuxième étape, qui est la conception du suivi écologique de la ZPM en tant que tel, a été en partie effectuée en sélectionnant les composantes de son écosystème qui doivent être suivies pour vérifier l'atteinte des objectifs de conservation. Deux groupes de composantes ont été sélectionnés : 1) celui des composantes dites représentatives de la ZPM qui permettront d'évaluer la performance de la ZPM dans l'atteinte des objectifs de conservation et 2) celui des composantes qui permettront un suivi de l'état global de l'écosystème de la ZPM et apporteront un support à l'interprétation des indicateurs de performance. La sélection de ces composantes a été entérinée dans le cadre d'un examen par les pairs du Secrétariat canadien des consultations scientifiques (SCCS) qui a eu lieu les 21 et 22 juin 2010 (MPO 2011).

Les projets en cours apporteront des connaissances nouvelles nécessaires pour une meilleure compréhension des composantes sélectionnées pour le suivi de la ZPM. Par exemple, l'analyse des données benthiques récoltées en 2006, 2007 et 2008, et l'analyse des données de poissons démersaux en 2004 (J.-D. Dutil, IML) mèneront à la description des communautés benthiques et des poissons démersaux de la ZPM. Couplées aux connaissances des variables abiotiques du milieu, ces données permettront de définir des zones écologiques distinctes dans la ZPM. Une caractérisation et une localisation de ces zones orientera le suivi écologique de la ZPM vers des communautés, populations ou espèces clés pour chaque zone. D'autres études devront aussi être initiées afin de combler les lacunes dans notre compréhension de certaines composantes sélectionnées. Par exemple, les processus hydrodynamique et chimique qui soutiennent l'équilibre biologique de la ZPM doivent être compris et tenus en compte dans le suivi. Dans le même ordre d'idées, l'effet des barrages hydroélectriques sur les différentes composantes biotiques et abiotiques de la ZPM doit être étudié. Également, nos connaissances sur les communautés suprabenthiques sont très limitées.

La partie de la conception du suivi qui a trait au choix d'indicateurs, de protocoles et de stratégies pour suivre les composantes sélectionnées ne fait pas partie de ce document. Cependant, lors de l'examen par les pairs SCCS, tenu en juin 2010, cette partie de la conception du suivi a été réalisée en fonction des connaissances disponibles au moment de la revue. Les résultats sont présentés sous forme d'avis scientifique du SCCS et constituent la première version du plan de suivi de la ZPM Manicouagan (MPO 2011).

8.0 REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier particulièrement les membres du comité scientifique de la ZPM Manicouagan qui se sont impliqués généreusement et professionnellement dans le projet lors de réunions semestrielles (Jean Munro, Denis Chabot, Michel Lebeuf, Sylvie Brulotte, Diane Lavoie, Joël Chassé, Jean-Sébastien Lauzon-Guay, Julie Bernier). Ils ont été d'un grand support par leur écoute, leurs conseils et leur expertise propre. Merci également aux scientifiques qui ont participé aux ateliers sur l'élaboration du cadre de suivi écologique de la ZPM, tenus à l'Institut Maurice-Lamontagne durant l'hiver 2006-2007. Un grand merci à François Roy pour le travail de terrain innovateur bien accompli, les nombreuses heures passées devant le binoculaire et la production de nombreuses cartes. Ce document a bénificié des services du SIGHAP par l'entremise de David Gauthier et Daniel Baril pour le montage laborieux d'une base de données ORACLE sur l'ensemble des données récoltées dans la ZPM et de Gilles Fortin pour son aide lors de la production de cartes. De plus, les bons services et la compétence de Sylvie Sirois ont été extrêmement précieux pour la mise en forme du texte. Un merci spécial à Danielle St-Laurent et Frédéric Benichou du Parc Nature de Pointe-aux-Outardes pour leur précieuse collaboration lors des travaux d'échantillonnage dans la ZPM. Enfin, merci à Bernard Sainte-Marie, Guy Cantin, Jean-François Gosselin et Rodolf Balej qui ont révisé minutieusement ce rapport et dont les questionnements et les commentaires pertinents ont permis de clarifier et de bonifier grandement ce document. Merci à Jean-François St-Pierre et France Boily qui ont travaillé à l'édition de ce rapport.

9.0 RÉFÉRENCES

ACIA, EC et MPO 2008. Programme canadien de contrôle de la salubrité des mollusques : manuel des opérations. http://www.inspection.gc.ca

Argus Groupe Conseil 1990. Quelques possibilités d'aménagement des marais à spartines de l'estuaire du Saint-Laurent. Rapport présenté à Environnement Canada, Conservation et Protection, Région du Québec, Service canadien de la faune. IV + 62 p.

Bernatchez, P. 2003. Évolution littorale holocène et actuelle des complexes deltaïques de Betsiamites et de Manicouagan-Outardes : Synthèse, processus, causes et perspectives. Ph.D. dissertation, Université Laval, Sainte-Foy (Québec).

Bernt, E. K., Hammil, M., Lebeuf, M., Kovacs, K. 1999. Levels and patterns of PCBs and OC pesticides in harbour and grey seals from the St Lawrence Estuary, Canada. Sci. Total Environ. Vol. 243-44 : 243-262.

Bertrand, P., Verreault G., Vigneault Y. et Walsh, G. 1988. Biphényles polychlorés dans les sédiments et les organismes marins de la Baie-des-Anglais (Côte-Nord du golfe Saint-Laurent). Rapp. tech. can. sci. hal. aquat. 1669. 41 p.

Blasco, D., Levasseur, M., Gélinas, R., Larocque, R., Cembella, A.D., Huppertz, B. et Bonneau, E. 1998. Monitorage du phytoplancton toxique et des toxines de type IPM dans les mollusques du Saint-Laurent : 1989-1994. Rapp. stat. can. hydrogr. sci. Océan. 151. 117 p.

Blasco, D., Levasseur, M., Bonneau, E., Gélinas, R. et Packard, T.T. 2003. Patterns of paralytic shellfish toxicity in the St. Lawrence region in relationship with the abundance and distribution of *Alexandrium tamarense*. Sci. Mar. 67 : 261-278.

Boulva, J. et McLaren, I.A. 1979. Biology of the harbour seal, *Phoca vitulina*, in Eastern Canada. Bull. Fish. Res. Board Can. 200. 24 p.

Bourdages, H., Archambault, D., Morin, B., Fréchet, A., Savard, L., Grégoire, F. et Dufour, R. 2004. Résultats préliminaires du relevé multidisciplinaire de poissons de fond et de crevette d'août 2004 dans le nord du golfe du Saint-Laurent. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Document de recherche 2004/112. 38 p.

Bourdages, H., Archambault, D., Bernier, B., Fréchet, A., Gauthier, J., Grégoire, F., Lambert, J. et Savard, L. 2009. Résultats préliminaires du relevé multidisciplinaire de poissons de fond et de crevette d'août 2009 dans le nord du golfe du Saint-Laurent. Rapp. stat. can. sci. halieut. aquat. 1210 : xii + 73 p.

Bourdages, H., Archambault, D., Bernier, B., Fréchet, A., Gauthier, J., Grégoire, F., Lambert, J. et Savard, L. 2010. Résultats préliminaires du relevé multidisciplinaire de poissons de fond et de crevette d'août 2009 dans le nord du golfe du Saint-Laurent. Rapp. stat. can. sci. halieut. aquat. 1226 : xii + 72 p.

Bourget, E., Ardisson, P.-L., Lapointe, L. et Daigle, G. 2003. Environmental factors as predictors of epibenthic assemblage biomass in the St. Lawrence system. Estuar. Coast. Mar. Sci. 57 : 641–652.

Bourque, M. 2009. Variation spatio-temporelle de la macrofaune endobenthique dans la zone profonde du Saint-Laurent (Québec, Canada) en relation avec les conditions environnementales. Thèse (M.Sc.) Université du Québec à Rimouski, Rimouski (Québec). 93 p.

Bowen, W.D. et Harrison, G.D. 1996. Comparison of harbour seal diets in two inshore habitats of Atlantic Canada. Can. J. Zool. 74 : 125-135.

Brind'Amour, M. 1988. Évaluation de la dynamique et de la productivité nette aérienne de la végétation vasculaire des marais intertidaux de la région de Kamouraska, Québec. Thèse (M.Sc.) Université Laval, Sainte-Foy (Québec). 113 p.

Brulotte, S. et Giguère, M. 2007. Reproduction et taille à la maturité sexuelle de la mye commune (*Mya arenaria*) au Québec. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2698 : viii + 40 p.

California Department of Fish & Game 2004. Channel Islands Marine Protected Areas Monitoring Plan. Resources Agency, California Department of Fish & Game, 32 p. + annexes.

Cataliotti-Valdina, D. et Long, B.F. 1984. Évolution estuarienne d'une rivière régularisée en climat sub-boréal : la rivière aux Outardes (côte nord du golfe du St-Laurent, Québec). Can. J. Earth Sci. 21 : 25-34.

Chabot, D. et Dutil, J.-D. 1999. Reduced growth of Atlantic cod in non-lethal hypoxic conditions. J. Fish Biol. 55 : 472-491.

COSEPAC. 2004. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le bar rayé (*Morone saxatilis*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. viii + 51 p.

Cottingham, K.C. et Carpenter, S.R. 1998. Population, community, and ecosystem variates as ecological indicators: Phytoplankton responses to whole-lake enrichment. Ecol. Appl. 8: 508-530.

CSSA ltée 1993a. Suréquipement des aménagements du complexe Outardes. Bilan des connaissances des composantes biophysiques de l'estuaire de la rivière aux Outardes. Rapport présenté à Hydro-Québec, Vice-présidence Environnement. 130 p. + annexes.

CSSA ltée 1993b. Suréquipement des aménagements du complexe Outardes, avant-projet Phase 1. Analyse des répercussions relatives aux milieux physique et biologique de l'estuaire aux Outardes. Rapport présenté à Hydro-Québec, Vice-présidence Environnement. 106 p. + annexes.

Davis, G.E. 2005. National Park stewardship and "vital signs" monitoring : a case study from Channel Islands National Park, California. Aquatic conservation: Mar. Freshw. Ecosyst. 15 : 71-89.

de Lafontaine, Y. 1990. Distribution and abundance of ichtyoplancton in the Manicouagan River Estuary, a tributary of the Lower St. Lawrence Estuary. Estuaries 13 : 43-50.

Dubé,Y., M.O. Hammill and C. Barrette.2003. Pup development and timing of pupping in Harbour Seals in the St. Lawrence River estuary, Canada. Can. J. Zool. 81 : 188-194.

Dubois, J.-M., Bernatchez, P., Bouchard, J.-D., Daigneault, B., Cayer, D. et Dugas, S. 2005. Évaluation du risque d'érosion du littoral de la Côte-Nord du Saint-Laurent pour la période de 1996-2003. Conférence régionale des élus de la Côte-Nord, 291 p. + annexes.

Duchesne, M.J., Long, B.F., Urgeles, R. et Locat, J. 2003. New evidence of slope instability in the Outardes Bay delta area, Quebec, Canada. Geo-Mar. Lett. 22: 233-242.

Dufour, R. et D. Bernier, 1994. Potentiel d'exploitation du crabe des neiges, *Chionoecetes opilio,* et des crabes *Hyas araneus* et *Hyas coarctatus* dans le Nord de la péninsule gaspésienne. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1996 : viii + 51 p.

Dutil, J.-D. et Fortin M. 1983. La communauté de poissons d'un marécage intertidal de l'estuaire du Saint-Laurent. Nat. can. 110 : 397-410.

Dutil, J.-D., Miller, R., Nozères, C., Bernier, B., Bernier, D. et Gascon, D. 2006. Révision des identifications de poissons faites lors des relevés scientifiques annuels d'évaluation de l'abondance des poissons de fond et de la crevette nordique dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 2760 : x + 87 p.

Dutil, J.-D., Sylvestre, E.-L., Gamache, L., Larocque, R. et Guderley, H. 2007. Burst and coast use, swimming performance and metabolism of Atlantic cod *Gadus morhua* in sub-lethal hypoxic conditions. J. Fish Biol. 71 : 363-375.

Dutil, J.-D., Nozères, C., Scallon-Chouinard, P.-M., Van Guelpen, L., Bernier, D., Proulx, S., Miller, R., et Savenkoff, C. 2009. Poissons connus et méconnus des fonds marins du Saint-Laurent. Nat. can. 133 : 70-82.

El-Sabh, M.I. 1979. The lower St. Lawrence Estuary as a physical oceanographic system. Nat. can. 106 : 55-73.

Fauchot, J., Levasseur, M., Roy, S., Gagnon, R. et Weise, A.M. 2005. Environmental factors controlling *Alexandrium tamarense* (Dinophyceae) growth rate during a red tide event in the St. Lawrence Estuary (Canada). J. Phycol. 41 : 263-272.

Fortin, G.R., Gagnon, M. et Bergeron, P. 1996. Synthèse des connaissances sur les aspects physiques et chimiques de l'eau et des sédiments du secteur d'étude Estuaire maritime. Environnement Canada, région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent, Rapp. Tech., Zone d'intervention prioritaire 18, 172 p.

Frouin, H., Lebeuf, M., Saint-Louis, R., Hammill, M., Pelletier, E. et Fournier, M. 2008. Toxic effects of tributyltin and its metabolites on harbour seal (*Phoca vitulina*) immune cells in vitro. Aquat. Toxicol. 90 : 243-251.

Frouin, H., Lebeuf, M., Hammill, M., Masson, S. et Fournier, M. 2010. Effects of individual polybrominated diphenyl ether (PBDE) congeners on harbour seal immune cells in vitro. Mar. Pollut. Bull. 60 : 291-298.

Gauthier, J., Lehoux, D. et Rosa, J. 1980. Les marécages intertidaux dans l'estuaire du Saint-Laurent. Environnement Canada, Service canadien de la faune, Région du Québec, 93 p.

Gendron, L. 1991. Gestion de l'exploitation du buccin *Buccinum undatum* au Québec : détermination d'une taille minimale de capture. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1833 : 39 p.

Giguère, M., Brulotte, S. et Leblanc, D. 2004. Aperçu de l'exploitation de la mye commune (Mya arenaria) entre la rivière Betsiamites et Baie-Trinité, Côte-Nord, Québec. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2539 : viii + 31 p.

Giguère, M., Brulotte, S. et Brillon, S. 2007. Essais de 12 modèles de casiers de pêche au buccin commun (*Buccinum undatum*) en milieu naturel et observations comportementales en bassin. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2696 : viii + 36 p.

Giguère, M., Brulotte, S., Boudreau, M. et Dréan, M.-F. 2008. Évaluation de huit gisements de mye commune (*Mya arenaria*) de la rive nord de l'estuaire du Saint-Laurent de 2002 à 2008. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2821 : x + 91 p.

Gilbert, D., Sundby, B., Gobeil, C., Mucci, A., et Tremblay, G.-H. 2005. A seventy-two-year record of diminishing deep-water oxygen in the St. Lawrence estuary: The northwest Atlantic connection. Limnol. Oceanogr. 50 : 1654-1666.

Gordon, D.C. Jr., Kenchington, E.L.R., Gilkinson, K.D., Fader, G.B.J., Bourbonnais-Boyce, C., MacIsaac, K.G., McKeown, D.L., Henry, L.-A. et Vass, W.P. 2008. Summary of the Western Bank otter trawling experiment (1997-1999): effects on benthic habitat and communities. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2822: vii + 70 p.

Gouteux, B., Lebeuf, M., Hammil, M., Muir, D., Gagné, J.-P. 2005. Comparaison of toxaphene congeners levels in five seal species from eastern Canada: what is the importance of biological factors? Environ. Sci. Technol. 39 : 1448-1454.

Grant, C. et Provencher L. 2007. Caractérisation de l'habitat et de la faune des herbiers de *Zostera marina* (L.) de la péninsule de Manicouagan (Québec). Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2772 : viii + 65 p.

Groupe Dryade 1980. Habitats propices aux oiseaux migrateurs le long des rives de la rivière Richelieu, de la rivière Outaouais, du fleuve Saint-Laurent, de l'estuaire du Saint-Laurent, de la Côte-Nord du golfe du Saint-Laurent, de la péninsule gaspésienne et des Îles-de-la-Madeleine. Rapport présenté à Environnement Canada, Service canadien de la faune, Québec. 66 p.

Groupe Environnement Shooner inc. 1993. Suréquipement des aménagements du complexe Outardes. Étude de la communauté de poissons de l'estuaire de la rivière aux Outardes. Montréal (Québec) : Hydro-Québec, 60 p. + annexes.

Hallegraeff, G.M. 2010. Ocean climate change, phytoplankton community responses, and harmful algal blooms: A formidable predictive challenge. J. Phycol. 46: 220–235.

Hatin, D., Munro, J., Caron, F. et Simons, R.D. 2007. Movements, home range size, and habitat use and selection of early juvenile Atlantic sturgeon in the St. Lawrence estuarine transition zone. In : J. Munro (ed.), D. Hatin, K. McKown, J. Hightower, K.J. Sulak, A.W. Kahnle & F. Caron (co-ed.) Anadromous sturgeons : habitats, threats, and management. Am. Fish. Soc. Symp. 56 : 129-155.

Hawkins, C.M. 1993. La mye. Le monde sous-marin. Ottawa : Direction générale des communications, Ministère des Pêches et des Océans, Ottawa. 6 p.

Henry, E. et Hammill, M.O. 2001. Impact of small boats on the haulout activity of harbour seals (*Phoca vitulina*) in Métis Bay, Saint Lawrence Estuary, Québec, Canada. Aquat. Mamm. 27.2: 140-148.

Hily, C., Raffin, C. et Connan, S. 1999. Les herbiers de zostères en Bretagne. Inventaire de sites, faune et flore. Direction régionale de l'environnement, Bretagne. 57 p.

Hobbs, K, Lebeuf M., Hammil, M. 2002. PCBs and OCPs in male harbour, grey, harp and hooded seals from the Estuary and Gulf of St. Lawrence, Canada. Sci. Total Environ., 296: 1-18.

Hydro-Québec 1992. Suréquipement de l'aménagement hydroélectrique de Manic-2. Rapport d'avant projet – Connaissances du milieu. Groupe Équipement. 291 p.

ICES 2006. Report of the working group on ecosystem effects of fishing activities (WGECO), 5-12 April 2006, ICES Headquarters, Copenhagen. ACE : 05. 174 p.

Jaanus, A., Toming, K., Hallfors, S., Kaljurand, K. et Lips, I. 2009. Potential phytoplankton indicator species for monitoring Baltic coastal waters in the summer period. Hydrobiologia 629: 157-168

Kingsley, M.C.S. 2002. Status of the belugas of the St. Lawrence estuary, Canada. NAMMCO Sci. Publ. 4: 239-258.

Koutitonsky, V.G. et Bugden, G.L. 1991. The physical oceanography of the Gulf of St. Lawrence: A review with emphasis on the synoptic variability of the motion. In: J.-C. Therriault (ed.) The Gulf of St. Lawrence: small ocean or big estuary? Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 113, pp. 57-90.

Koutitonsky, V.G. et El-Sabh, M.I. 1985. Estuarine mean flow estimation revisited: Application to the St. Lawrence Estuary. J. Mar. Res. 43 : 1-12.

Lajoie, M., Baillargeaon, S., Boyer-Villemaire, U. et Crousset, I. 2007. L'érosion des berges au Québec maritime. Document d'information. 46 p. Disponible sur www.zipcng.org/documentation/Doc_rosion_des_berges_Qc.pdf.

Lambert, J. et Goudreau, P. 1997. Biologie et exploitation de la mactre de Stimpson (*Mactromeris polynyma*) sur les côtes du Québec. MPO Sec. can. éval. stock,. Doc. Rech. 97/101. 44 p.

Langlet, B., Beaulieu, M., Robidoux, L., Vigneault, Y. et Lavergne, Y. 1991. État de la contamination en BPC dans les sédiments et les buccins (*Buccinum undatum*) de la Baie-des-Anglais (Côte-Nord du golfe Saint-Laurent). Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1792 : vii + 35 p.

Laurin, J. 1982. La chasse au béluga, *Delphinapterus leucas*, du Saint-Laurent et le statut actuel de la population. Carnets de zoologie. 42 : 23-27.

Lavigueur, L., Hammill, M.O. et Asselin, S. 1993. Distribution et biologie des phoques et autres mammifères marins dans la région du parc du Saguenay. Rapp. manuscr. can. sci. halieut. aquat. 2220 : 40 p.

Lebeuf, M., Hammil, M., Sjare, B. 2003. Using POPs to distinguish harbour seal (*Phoca vitulina*) colonies of Atantic Canada. Organohalogen compouns Vol. 62 : 236-239.

Leclerc, P.-P. et Brulotte, S. 1995. Distribution et abondance relative de la mactre de Stimpson en Haute Côte-Nord et en Gaspésie (1994). MPO. Rapport réalisé dans le cadre du Programme d'adaptation des pêches de l'atlantique (PAPA). Rapport final no. 57 : vii + 17 p.

Lee, K., Nagler, J.J., Fournier, M., Lebeuf, M. et Cyr, D.G. 1999. Toxicological characterization of sediments from Baie des Anglais on the St. Lawrence Estuary. Chemosphere 39 : 1019-1035.

Lesage, V. 1999. Trophic relationships, seasonal diving activity and movements of harbour seals, *Phoca vitulina concolor*, in the St. Lawrence river estuary, Canada. Thèse (Ph.D.) University of Waterloo, Waterloo (Ontario). xxii + 231 p.

Lesage, V., Hammill, M.O., and Kovacs, K.M. 2001. Marine mammals and the community structure of the estuary and Gulf of St Lawrence, Canada: evidence from stable isotope analysis. Mar. Ecol. Prog. Ser. 210: 203–221.

Lesage, V., Hammill, M.O., and Kovacs, K.M. 2004.. Long-distance movements of harbour seals (*Phoca vitulina*) from a seasonally ice-covered area, the St. Lawrence River estuary, Canada. Can. J. Zool. 82: 1070-1081.

Levasseur, C. 1996. Biologie marine. Applications aux eaux du Saint-Laurent. Centre collégial de développement de matériel didactique. Montréal, Québec. 247 p.

Levasseur, M., Therriault, J.-C. et Legendre, L. 1984. Hierarchical control of phytoplancton succession by physical factors. Mar. Ecol. Progr. Ser. 19 : 211-222.

Levasseur, M., Lévesque, F, Larose, M. et Côté, A. 2008. Projet de restauration du saumon de la rivière Betsiamites – Bilan des activités réalisées en 2007. Rapport de GENIVAR Société en commandite pour la Société de restauration du saumon de la rivière Betsiamites. 66 p. et annexes.

Lévesque, M., Archambault, P., McKindsey C., Vaz, S. et Archambault D. 2010. Predictive benthic habitat suitability model for the Estuary and northern Gulf of St. Lawrence (2006). Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2893 : vii + 20 p.

Long, B.F. et Hart, B. 1987. Synthèse des travaux sur l'estuaire aux Outardes. Rapport produit pour Hydro-Québec. INRS-Océanologie, Rimouski. 66 p. + annexes.

Loring, D.H. et Nota, D.J. 1973. Morphology and sediments of the Gulf of St.Lawrence. Bull. Fish. Res. Board Can. 182 : 147 p.

Mark, S., Provencher, L. et Munro, J. 2003. Approche pour l'évaluation et le suivi de la santé de l'écosystème, avec application à la communauté à *Mya–Macoma*. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2491 : ix + 85 p.

Massad R. et Brunel P. 1979. Associations par stations, densités et diversité des polychètes du benthos circalittoral et bathyal de l'estuaire maritime du Saint-Laurent. Nat. Can. 106 : 229-253.

MPO 1985. Document de référence sur la distribution, la biologie, les pêches et l'utilisation des espèces marines de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. Documents préliminaires non publiés. Ottawa, Pêches et Océans Canada.

MPO 1992. Instructions nautiques, fleuve Saint-Laurent Cap Whittle / Cap Gaspé à Les Escoumins. Fascicule ATL 110. Ottawa, Canada, pp. 60-61.

MPO 2000. Buccin des eaux côtières du Québec. MPO – Sciences, Rapport sur l'état des stocks C4-09 (2000).

MPO 2005a. La crevette de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent en 2004. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2005/035.

MPO 2005b. Flétan du Groenland du golfe du Saint-Laurent (4RST) en 2004. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2005/012.

MPO 2006. Évaluation des stocks de buccin des eaux côtières du Québec en 2005. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2006/001.

MPO 2008. Compte rendu des ateliers sur l'élaboration du cadre de suivi écologique de la future zone de protection marine Manicouagan, Québec. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu 2008/023.

MPO 2009a. La zostère (*Zostera marina*) remplit-elle les critères d'espèce d'importance écologique? Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2009/018.

MPO 2009b. Évaluation du stock du flétan du Groenland du Golfe du Saint-Laurent (4RST) en 2008. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2009/20. 16 p.

MPO. 2011. Examen du plan de suivi écologique de la ZPM Manicouagan. Secr. can. de consult. sci. du mpo. Avis sci. 2010/075.

Naturam Environnement 1995. Les possibilités de fraie de l'esturgeon noir dans l'estuaire de la rivière Manicouagan. Rapport présenté au Comité ZIP et à la Corporation d'amélioration et de protection de l'environnement (CAPE). 68 p. + annexes.

Naturam Environnement 1996. Caractérisation physique et biologique de l'habitat du poisson du secteur de Pointe-aux-Outardes. Projet parrainé par la Corporation du Parc régional de Pointe-aux-Outardes avec l'aide du ministère des Pêches et Océans dans le cadre de Saint-Laurent Vision 2000. 120 p. + annexes.

Naturam Environnement 1999. Caractérisation biophysique, socio-économique et détermination des enjeux dans un secteur potentiel pour l'identification d'une zone de protection marine pilote : Portion ouest de la MRC Manicouagan. Rapport 99-1494, présenté au Parc Nature de Pointe-aux-Outardes. Septembre 1999. 310 p. + annexes.

Nozères C., Archambault D., Chouinard P.-M., Gauthier J., Miller R., Parent E., Schwab P., Savard L. et Dutil J.-D. 2010. Guide d'identification des poissons marins de l'estuaire et du nord du golfe du Saint-Laurent et protocoles suivis pour leur échantillonnage lors des relevés par chalut entre 2004 et 2008. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2866 : xi + 243 p.

O'Boyle, R., Sinclair, M., Keizer, P., Lee, K., Ricard, D. et Yeats, P. 2004. Operationalizing an Ecosystem Conservation Framework for the Eastern Scotian Shelf. CSAS Research Document 2004/076.

Ouellet, G. 1982. Étude de l'interaction des animaux benthiques avec les sédiments du chenal Laurentien. Département d'océanographie. Rimouski, Maîtrise à l'Université du Québec à Rimouski, 188 p.

Paille, N., Lambert, J., Simard, N. et Pereira, S. 2006. Le crabe vert (*Carcinus maenas*) : Revue de littérature et situation aux Îles-de-la-Madeleine. Rapp. can. ind. sci. halieut. aquat. 276 : vi + 36 p.

Pelletier, M., Gagnon, M. et Charbonneau, P. 2003. Suivi de l'intrusion saline dans l'estuaire de la Betsiamites. Procean Environnement inc. pour Hydro-Québec, 61 p. + annexes.

Phillips, R.C., Grant, W.S. et McRoy, C.P. 1983. Reproductive strategies of eelgrass (*Zostera marina* L.). Aquat. Bot. 16 : 1-20.

Plante, S., Chabot, D., et Dutil, J.-D. 1998. Hypoxia tolerance in Atlantic cod. J. Fish Biol. 53 : 1342-1356.

Pomeroy, R.S., Parks, J.E. et Watson, L.M. 2006. Comment va votre AMP ? Guide sur les indicateurs naturels et sociaux destinés à évaluer l'efficacité de la gestion des aires marines protégées. UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni. xvi + 232 p.

Poulin, R. et FitzGerald, G.J. 1989. Early life histories of three sympatric sticklebacks in a salt-marsh. J. Fish Biol. 34 : 207-221.

Provencher, L. 2004. Évaluation de l'impact de la cueillette de myes sur la communauté benthique de *Mya-Macoma*. Nouv. Sci. Volume 15, numéro 14.

Reeves, R.R., and E. Mitchell. 1984. Catch history and initial population size of white whales, *Delphinapterus leucas,* in the river and gulf of the St. Lawrence, eastern Canada. Nat. Can. 111: 63-121.

Robert, G. 1979. Benthic molluscan fauna of the St. Lawrence estuary and its ecology as assessed by numerical methods. Nat. can. 106 : 211-217.

Robillard, A., Lesage, V. et Hammill, M.O. 2005. Distribution and abundance of harbour seals (*Phoca vitulina*) and grey seals (*Halichoerus grypus*) in the Saguenay Fjord and the Estuary and Gulf of St. Lawrence during 1994-2001. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2613 : 152 p.

Robitaille, P. 1998. Qualité des eaux des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie, 1979 à 1996, Ministère de l'environnement et de la faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Envirodoq no. EN980963, rapport QE-116, 28 p. + 4 annexes.

Roche ltée 1987a. Études environnementales. Suréquipement des centrales de Manic 1, de Manic 2 et de Manic 3. Avant-projet phase 1. Rapport sectoriel no. 3. Composantes physiques de l'estuaire. Présenté à Hydro-Québec. Direction Environnementale. 83 p. + annexes.

Roche ltée 1987b. Études environnementales. Suréquipement des centrales de Manic 1, de Manic 2 et de Manic 3. Avant-projet phase 1. Résumé. Présenté à Hydro-Québec. Direction Environnement. 64 p.

Roche ltée 1987c. Études environnementales. Suréquipement des centrales de Manic 1, de Manic 2 et de Manic 3. Avant-projet phase 1. Rapport sectoriel no. 2. Caractéristiques hydrodynamiques de l'estuaire. Présenté à Hydro-Québec. Direction Environnementale. 148 p. + annexes.

Roche ltée 1987d. Études environnementales. Suréquipement des centrales de Manic 1, de Manic 2 et de Manic 3. Avant-projet phase 1. Rapport sectoriel no. 6. Relevés d'hiver 1987 et caractérisation de l'intrusion saline dans l'estuaire. Présenté à Hydro-Québec. Direction Environnementale. Pagination multiple.

Roche ltée 1987e. Études environnementales. Suréquipement des centrales de Manic 1, de Manic 2 et de Manic 3. Avant-projet phase 1. Rapport sectoriel no. 4. Composantes biologiques de l'estuaire. Présenté à Hydro-Québec. Direction Environnementale. 155 p.

Roche ltée 1990. Étude d'impact sur l'environnement. Suréquipement de la centrale de Manic-3. Avant-projet. Phase 2. Tome 1. Connaissance du milieu. 381 p.

Roche ltée 1992. Étude d'impact sur l'environnement. Suréquipement de la centrale de Manic-2. Avant-projet. Phase 2. Chapitre 2. Description du milieu. Présenté à Hydro-Québec. Vice-présidence de l'environnement. 90 p. + annexes.

Rochette, Rochefort et Associés ltée. 1974. Outardes-2 : Étude d'impact sur l'environnement. Rapport technique no. 15 : Facteurs biologiques. Montréal (Qc) : Hydro-Québec, 165 p.

Romaña, L.-A. 1994 Les grands estuaires français. Equinoxe, spécial environnemental littoral, numéro 47-48, mars-avril 1994. 6 p.

ROMM (Réseau d'observation de mammifères marins) 2005. Étude exploratoire sur l'interaction entre les pinnipèdes et les activités de pêche dans l'estuaire du Saint-Laurent. Rapport déposé à Pêches et Océans Canada. 93 p.

Ross, P.S., Pohajdak, B., Bowen, W.D. et Addison, R.F. 1993. Immune function in freeranging harbor seal (*Phoca vitulina*) mothers and their pups during lactation. J. Wildl. Dis. 29 : 21–29.

Runge, J.A. et Joly, P. 1995. Zooplancton (Euphausiacés et *Calanus*) de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. Dans : Savard, L. (ed.) Rapport sur l'état des invertébrés en 1994 : crustacés et mollusques des côtes du Québec, crevette nordique et zooplancton de l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 2323 : xii + 137 p., pp. 104-137.

Runge, J.A. et Simard, Y. 1990. Zooplankton of the St. Lawrence estuary : The imprint of physical processes on its composition and distribution. In: El-Sabh, M.I. et Silverberg, N. (eds). Oceanography of a large-scale estuarine system. The St. Lawrence. Springer-Verlag, Berlin, pp. 296-320.

Saucier, F.-J., F. Roy, D. Gilbert, D., Pellerin, P. et Ritchie, H.. 2003. Modeling the formation and circulation processes of water masses and sea-ice in the Gulf of St-Lawrence. J. Geophys. Res. 108(C8): 1-20.

Savard, J.P. 2000. Hydrodynamique et dynamique sédimentaire de l'estuaire de la Betsiamites. InteRives ltée et Naturam Environnement inc. pour Hydro-Québec. 89 p. et annexes.

Savaria, J.-Y., Cantin. G., Bossé, L., Bailey, R., Provencher, L. et Proust, F. 2003. Compte rendu d'un atelier scientifique sur les mammifères marins, leurs habitats et leurs ressources alimentaires, tenu à Mont-Joli (Québec) du 3 au 7 avril 2000, dans le cadre de l'élaboration du projet de zone de protection marine de l'estuaire du Saint-Laurent. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 2647. v + 127 p.

Scallon-Chouinard, P.-M., Dutil, J.-D. et Hurtubise, S. 2007. Liste des espèces de poissons inventoriés dans l'estuaire maritime du Saintt-Laurent. Rapp. techn. can. sci. hal. aquat. 2719. vi, 58 p.

Scheltinga, D.M., Counihan, R., Moss, A., Cox, M. et Bennett, J. 2004. Users' guide for Estuarine, Coastal and Marine indicators for regional NRM monitoring. Cooperative Research Centre for Coastal Zone, Estuary and Waterway Management. Report to DEH, MEWG, ICAG. Revised version, December 2004, 198 p.

Short, F.T., Coles, R.G. et Pergent-Martini, C. 2001. Global seagrass distribution. In: Short, F.T. et Coles R.G. (eds.) Global seagrass research methods. Elsevier Science B.V., Amsterdam, pp. 5-30.

Simard, N., Paille, N. et McKindsey, C.W. 2007. *Codium fragile* sp. *tomentosoides* : revue de littérature et situation aux Îles-de-la-Madeleine. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 2786 : vii + 40 p.

Starr, M., St-Amand, L., Devine, L., Bérard-Therriault, L. et Galbraith, P.S. 2004. État du phytoplancton dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent en 2003. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Document de recherche, 2004/123.

Tardif, F. 1984. Rapport sur la situation de l'Esturgeon noir au Québec. Faune et flore à protéger au Québec. Publ. 6. Association des biologistes du Québec pour le ministère du Loisir de la Chasse et de la Pêche, Québec. 27 p.

Tas, S., Yilmaz, I., Okus, E., 2010. Phytoplankton as an Indicator of Improving Water Quality in the Golden Horn Estuary. Estuar. coasts 32 : 1205-1224.

Taylor, A.H. and Stephens, J.A. 1998. The north Atlantic oscillation and the latitude of the Gulf Stream. Tellus 50A: 134–142.

Therriault, J.-C. et Levasseur, M. 1985. Control of phytoplankton production in the lower St. Lawrence Estuary: Light and freshwater runoff. Nat. can. 112 : 77-96.

Therriault, J.-C., Painchaud, J. et Levasseur, M. 1985. Factors controlling the occurrence of *Protogonyaulax tamarensis* and shellfish toxicity in the St. Lawrence Estuary: Freshwater runoff and the stability of the water column. In: Anderson, D.M., White, A.W. et Baden, D.G. (eds.) Toxic dinoflagellates. Elsevier Science, New York, pp. 141-146.

Therrien, J. 1998. Rapport sur la situation de l'esturgeon noir (*Acipenser oxyrinchus*) au Québec. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats, Service de la faune aquatique. 45 p.

Thompson, P. M., McConnel, B. J., Tollit, D. J., MacKay, A., Hunter, C. et Racey, P. 1996. Comparative distribution, movements and diet of harbour seal and grey seals from the Moray Firth, N. E. Scotland, J. Appl. Ecol. 33 : 1572-1584.

Tremblay, C., Portelance, B. et Fréchette, J. 1983. Inventaire au chalut de fond des espèces de poissons et crustacés dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Direction générale des pêches maritimes, Direction de la recherche scientifique et technique. Cahier d'information no. 103. 96 p. + cartes.

Vladykov, V.D. 1944. Études sur les mammifères aquatiques. III. Chasse, biologie et valeur économique du marsouin blanc ou béluga (*Delphinapterus leucas*) du fleuve et du golfe du Saint-Laurent. Contribution du Département des Pêcheries du Québec, no. 14. 194 p.

Vladykov, V.D. 1946. Études sur les mammifères aquatiques. IV. Nourriture du marsouin blanc (*Delphinapterus leucas*) du fleuve Saint-Laurent Contribution du Département des Pêcheries du Québec, no. 17. 129 p.

Walker, D.I., Olesen, B. et Phillips, R.C. 2001. Reproduction and phenology in seagrasses. In: Short, F. T. et Coles, R.G. (eds.) Global seagrass research methods. Elsevier Science B.V., Amsterdam, pp. 59-78.

Walmsley, J. 2005. Developing Objectives and Indicators for Marine Ecosystem-Based Management: International Review of Marine Ecosystem-Based Management Initiatives throughout the World. Oceans and Coastal Management Report 2005-09.

Walmsley, R.D. 2006. Approaches to the evaluation and assessment of progress and performance of the Eastern Scotian Shelf Integrated Management (ESSIM) Initiative. Oceans and Coastal Management Report 2006-03. Oceans and Coastal Management Branch, BIO, Nova-Scotia, 46 p.

Walsh, G. et Vigneault, Y. 1986. Analyse de la qualité de l'eau de rivières de la Côte-Nord du golfe Saint-Laurent en relation avec les processus d'acidification. Rapp. tech. can. sci. haliet. aquat. 1540 : x + 118 p.

Whoriskey, F.G. et Fitzgerald, G.J. 1989. Breeding-season habitat use by sticklebacks (Pisces: Gasterosteidae) at Isle Verte, Quebec. Can. J. Zool. 67 : 2126-2130.

ANNEXE 1 BUTS ET OBJECTIFS DE LA ZPM MANICOUAGAN

Raison d'être de la ZPM Manicouagan :
« Conserver et protéger les espaces marins riches en biodiversité et en productivité biologique »

BUT 1	**Conserver et protéger les habitats et les espèces d'importance pour la diversité et productivité biologiques de la ZPM**
Objectif 1A	Rétablir ou maintenir la qualité, la diversité et la productivité des habitats jugés importants
Objectif 1B	Rétablir ou maintenir la qualité de l'eau et des sédiments
Objectif 1C	Protéger les espèces marines jugées importantes.
Objectif 1D	Diminuer les menaces et les impacts anthropiques sur les habitats et les espèces
BUT 2	**Acquérir des connaissances sur les habitats et les espèces afin d'évaluer leur importance pour la diversité et productivité biologiques de la ZPM et leur vulnérabilité aux activités humaines**
Objectif 2A	Mieux connaître la diversité et la structure des habitats d'intérêt et de leurs communautés animales ainsi que leur contribution à la biodiversité et la productivité de la ZPM
Objectif 2B	Évaluer la productivité de la ZPM et son importance écologique pour l'ensemble de l'estuaire maritime et du golfe du Saint-Laurent, et en déterminer la valeur économique
Objectif 2C	Mieux connaître l'état des stocks et la capacité de production, ainsi que le niveau et les méthodes d'exploitation d'espèces marines, telles que la mye commune et le buccin commun
Objectif 2D	Mieux connaître l'abondance ainsi que les lieux et les périodes de fréquentation du phoque commun et des cétacés à l'intérieur de la ZPM et documenter les incidents et accidents mortels
Objectif 2E	Évaluer les effets des activités humaines
Objectif 2F	Collaborer à la recherche d'une approche intégrée régionale pour résoudre le problème d'érosion des berges
BUT 3	**Informer et sensibiliser la population à la valeur du milieu marin de la ZPM et à l'impact des activités humaines**
Objectif 3A	Informer et sensibiliser la population au règlement de la ZPM ainsi qu'aux autres outils législatifs qui contribuent à la protection du milieu marin
Objectif 3B	Développer des outils d'information et de sensibilisation
Objectif 3C	Améliorer la diffusion de l'information sur la salubrité des eaux coquillières
Objectif 3D	Participer à la création d'un outil qui oriente les promoteurs du secteur récréotouristique
Objectif 3E	Sensibiliser le public aux enjeux reliés à l'érosion des berges
BUT 4	**Favoriser l'utilisation durable et respectueuse des ressources humaines et du territoire**
Objectif 4A	S'assurer que les activités économiques, récréatives et traditionnelles se pratiquent en harmonie avec la raison d'être de la ZPM
Objectif 4B	S'assurer que le développement d'activités économiques et récréatives se fasse en harmonie avec la raison d'être de la ZPM
Objectif 4C	Assurer une exploitation durable des ressources marines
Objectif 4D	Résoudre ou réduire les conflits d'usage actuels et potentiels dans le respect mutuel des parties en cause

BUT 5	**Mettre en place une structure de gestion participative ayant pour mission première de mettre en œuvre le plan de gestion et d'en assurer le suivi**
Objectif 5A	Maintenir une représentation équilibrée d'intervenants du territoire de la ZPM dans les modalités et la structure de gestion de la ZPM
Objectif 5B	S'assurer que les rôles et responsabilités des intervenants du milieu et des gestionnaires mandataires soient bien définis
Objectif 5C	S'assurer que la gestion se fasse de façon concertée avec les intervenants et la population dans le respect des juridictions en cause et des droits des autochtones
Objectif 5D	Élaborer et mettre en œuvre un plan d'action annuel pour réaliser le plan de gestion de la ZPM
Objectif 5E	Réviser le plan de gestion aux cinq ans et soumettre les modifications à la population pour examen, s'il y a lieu.
Objectif 5F	S'assurer d'un support professionnel, technique et financier récurrent pour la mise en œuvre du plan de gestion de la ZPM
Objectif 5G	Transmettre efficacement auprès des gestionnaires du MPO de l'information sur les apprentissages découlant de la mise en place et la gestion de la ZPM
Objectif 5H	S'assurer de l'intégration régionale de la ZPM par l'entremise d'une reconnaissance de la nouvelle affectation du territoire dans les schémas d'aménagement et plans d'urbanisme des terres et espaces marins adjacents
Objectif 5I	Le conseil d'administration de la ZPM doit être reconnu comme l'organisme de concertation pour toute activité ou conflit ayant lieu sur le territoire de la ZPM

ANNEXE 2 FAUNE BENTHIQUE DE L'INTERTIDAL

Faune benthique observée dans les herbiers de zostères et le banc coquillier de Pointe-aux-Outardes (tiré de Grant et Provencher 2007). Les organismes ont été récoltés en prélevant le sédiment sur une profondeur de 10 cm.

	Banc coquillier	Herbier de zostères
Annelida	*Capitella capitata*[2]	*Autolytus cornutus*[3]
	Eteone longa[3]	*Capitella capitata*[2]
	Exogone hebes[1]	*Eteone longa*[2]
	Microphthalmus aberrans[3]	*Eulalia viridis*[3]
	Nereis virens[1]	*Exogone hebes*[2]
	Oligochaeta[1]	*Laetmonice filicornis*[3]
	Pygospio elegans[1]	*Lepidonotus squamatus*[3]
		Microspio theeli[2]
		Neoamphitrite figulus[2]
		Nephtys caeca[3]
		Nereis virens[1]
		Oligochaeta[1]
		Pectinaria granulata[2]
		Pholoë minuta[2]
		Polydora cornuta[2]
		Polydora websteri[2]
		Pygospio elegans[2]
Arthropoda	Copepoda[1]	*Amphiporeia lawrenciana*[3]
	Edotea triloba[3]	*Balanus balanus*[3]
	Gammarus lawrencianus[1]	*Calliopius laeviusculus*[2]
	Gammarus oceanicus[2]	*Cyclopina norvegica*[3]
	Gammarus sp. post-marsupial[1]	*Edotea triloba*[3]
	Mancocuma stellifera[2]	*Gammarus oceanicus*[2]
		Gammarus setosus[3]
		Gammarus sp. post-marsupial[3]
		Idotea phosphorea[2]
		Jaera marina[2]
		Mancocuma stellifera[3]
		Phoxocephalus holbolli[1]
		Psammonyx nobilis[3]
		Psammonyx terranovae[2]
Mollusca	*Littorina* sp.[3]	*Buccinum undatum*[3]
	Macoma balthica[1]	*Hydrobia minuta*[2]
	Mesodesma arctatum[3]	*Lacuna vincta*[3]
	Mya arenaria[2]	*Littorina* sp.[1]
		Macoma balthica[1]
		Mesodesma arctatum[3]
		Mya arenaria[1]
		Mytilus edulis[1]
		Tectura testudinalis[2]
	Acarina[3]	**Cnidaria** *Bunodactis stella*[3]
	Cnidaria *Obelia dichotoma*[2]	**Ectoprocta** *Hippothoa hyalina*[2]
	Foraminiferida[1]	**Nematoda**[2]
	Nematoda[1]	**Nemertea**[2]
	Nemertea[2]	
	Ostracoda[3]	

[1] espèce constante (coefficient de fréquence ≤ 50 % des échantillons), [2] espèce commune (11 % à 49 %), [3] espèce rare (≤ 10 %)

ANNEXE 3 FAUNE SUPRABENTHIQUE DE L'INTERTIDAL

Faune suprabenthique observée dans les herbiers de zostères à Pointe-aux-Outardes (tiré de Grant et Provencher 2007). Les organismes ont été récoltés au moyen d'un filet conique (ouverture de 48 x 34 cm et maille de 1 mm) tiré à 10 cm du fond sur une distance de 40 m.

Herbiers de zostères
Amphipoda
Calliopius laeviusculus[1]
Corophium bonelli[3]
Gammarus lawrencianus[1]
Gammarus oceanicus[1]
Gammarus setosus[3]
Gammarus sp. post-marsupial[1]
Monoculodes edwardsi[2]
Onisimus litoralis[3]
Phoxocephalus holbolli[2]
Psammonyx nobilis[3]
Psammonyx sp. post-marsupial[2]
Psammonyx terranovae[2]
Copepoda
Acartia clausi[2]
Calanus finmarchicus[2]
Cyclopina norvegica[2]
Ectinosoma melaniceps[2]
Eurytemora hirundoides[1]
Halectinosoma britannicum[2]
Halectinosoma curticorne[2]
Halectinosoma elongatum[2]
Heterolaophonte stroemii[3]
Metridia longa[3]
Microarthridion littorale[2]
Pseudocalanus elongatus[3]
Pseudonychocamptus proximus[3]
Tisbe furcata[1]
Zaus caeruleus[2]
Cumacea *Mancocuma stellifera*[2]
Isopoda
Edotea triloba[1]
Idotea phosphorea[2]
Jaera marina[1]
Mysidae
Mysis gaspensis[2]
Mysidae post-marsupial[2]
Mysis stenolepis[1]
Neomysis americana[1]
Arachnida[2]
Cnidaria *Obelia dichotoma*[2]
Ectoprocta *Hippothoa hyalina*[1]
Euphausiacea *Thysanoessa raschii*[3]
Ostracoda[1]

[1] espèce constante, [2] espèce commune et [3] espèce rare

ANNEXE 4 POISSONS RETROUVÉS DANS LA ZPM MANICOUAGAN

Sources : (1) Relevé annuel NGCC *Teleost* (4 stations en 2008; 1 en 2009), (2) Relevé par chalut à bâton en 2004, NGCC *Calanus II*, (3) Inventaires benthiques par des engins divers (2006-2008), (4) herbiers zostères (Grant et Provencher 2007). Voir l'annexe 5 pour la description des projets des sources 1 (M-22), 2 (R-04, R-05, R-06) et 3 (R-09).

		1	2	3	4
Amblyraja radiata	Raie épineuse	X	X		
Anguilla rostrata	Anguille d'Amérique				X
Ammodytes sp. (*A. americanus, A. dubius*)	Lançon	X	X	X	X
Anisarchus medius	Lompénie naine		X		
Artediellus atlanticus	Hameçon atlantique	X	X	X	
Artediellus uncinatus	Hameçon neigeux	X	X	X	
Boreogadus saida	Morue arctique (saïda)	X	X		
Aspidophoroides monopterygius	Poisson-alligator atlantique		X		
Careproctus reinhardti	Petite limace de mer	X	X	X	
Clupea harengus	Hareng atlantique	X			X
Cyclopterus lumpus	Lompe (grosse poule de mer)		X		X
Enchelyopus cimbrius	Motelle à quatre barbillons	X	X		
Eumicrotremus spinosus	Petite poule de mer atlantique	X	X		
Gadus morhua	Morue franche	X	X		
Gadus ogac	Ogac (morue de roche)		X		X
Glyptocephalus cynoglossus	Plie grise	X	X		
Gasterosteus aculeatus	Épinoche à trois épines				X
Gasterosteus wheatlandi	Épinoche tachetée				X
Gymnelus viridis	Unernak caméléon		X		
Gymnocanthus tricuspis	Tricorne arctique	X	X	X	
Hippoglossoides platessoides	Plie canadienne	X	X		
Hippoglossus hippoglossus	Flétan atlantique	X	X		
Leptagonus decagonus	Agone atlantique	X	X	X	
Leptoclinus maculatus	Lompénie tachetée	X	X	X	
Limanda ferruginea	Limande à queue jaune		X		X
Liparis atlanticus	Limace atlantique		X		
Liparis gibbus	Limace marbrée	X	X		
Lumpenus lampretaeformis	Lompénie-serpent	X	X		
Lycenchelys verrillii	Lycode à tête longue		X	X	
Lycodes lavalei	Lycode de Laval	X	X	X	
Lycodes vahlii	Lycode de Vahl	X	X	X	
Malacoraja senta	Raie à queue de velours	X	X	X	
Mallotus villosus	Capelan	X	X		X
Melanostigma atlanticum	Molasse atlantique	X	X		
Microgadus tomcod	Poulamon atlantique				X
Myoxocephalus scorpius	Chaboisseau	X	X	X	X
Myxine glutinosa	Myxine du nord	X			
Osmerus mordax	Éperlan arc-en-ciel				X
Pholis gunnellus	Sigouine de roche		X		X
Pseudopleuronectes americanus	Plie rouge		X		X
Pungitius pungitius	Épinoche à neuf épines				X
Reinhardtius hippoglossoides	Flétan du Groenland (turbot)	X	X	X	
Sebastes fasciatus	Sébaste acadien	X	X		
Triglops murrayi	Faux-trigle armé	X	X		
Triglops nybelini	Faux-trigle à grands yeux		X		
Urophycis tenuis	Merluche blanche				X

ANNEXE 5 PROJETS DE RECHERCHE ET MONITORAGE DANS LA ZPM

ID	Nom du projet / programme et personne ressource	Description	Année d'étude
R-01	Couverture bathymétrique : Mission Creed EM 1000 Mission Creed EM 1002 Mission Guillemot EM 3002 MPO, IML R. Sanfaçon	Le Service hydrographique du Canada (SHC) a effectué des relevés bathymétriques dans la ZPM de l'infralitoral à la zone profonde. La technologie moderne du sondage par système multifaisceaux permet une représentation graphique fidèle des profondeurs du fond marin. Ce système (Kongsberg) mesure la profondeur du plancher océanique en émettant un faisceau en éventail dirigé vers le bas, perpendiculaire à la trajectoire du navire. Le sonar multifaisceaux permet d'établir des courbes de niveau bathymétriques avec une précision étonnante. Comme des crêtes entières sont cartographiées, au lieu d'une série de sommets, on obtient une meilleure idée des habitats où vivent divers organismes.	1999-2006
R-02	Classification des fonds marins (dureté) MPO, IML R. Sanfaçon	La rétrodiffusion (backscatter) acquise lors des tracés effectués par l'échosondeur multifaisceaux (voir R-01) est classifiée en appliquant des méthodes développées dans le domaine de la télédétection. Cette méthode permet d'évaluer la dureté du substrat sur le fond (de fond rocheux à vase).	1999-2006
R-03	Comparaison des communautés benthiques à *Macoma balthica* de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent MPO, IML L. Provencher	Dix bancs coquilliers ont été échantillonnés afin de décrire et comparer la communauté benthique à *Macoma balthica* dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. Sept de ces bancs sont assujettis à la pêche à la mye. La plupart se situent sur la Haute-Côte-Nord : baie de Franquelin, îles des 3 sœurs, rivière Blanche, baie Blanche, baie de chevaux, Pointe-aux-Outardes. Les autres bancs se situent en Gaspésie (Pointe Verte, barachois de Malbaie), Îles-de-la-Madeleine (Lagune du Hâvre-aux-Maisons), et Nouveau-Brunswick (baie de Richibucto). Les organismes ont été récoltés au moyen de deux cylindres de tailles différentes (80 cm^2, 10 cm profond, maille 1 mm et 2500 cm^2, 30 cm profond, maille de 40 mm)	2001
R-04	Caractérisation des communautés benthiques de la ZPM Manicouagan – I : photos sous-marines et récolte d'organismes de 5 à 320 m MPO, IML L. Provencher et J. Munro	Quarante cinq stations, distribuées sur une grille couvrant l'ensemble de la ZPM, ont été échantillonnées au moyen de photos sous-marines (environ 30 photos par stations) et d'une benne Smith McIntyre où les organismes ont été récoltés sur une maille de 1mm. Trois traits de chalut ont également été effectués à 3 stations à l'est de la ZPM à 30 m, 120 m et 320 m de profondeurs.	2006
R-05	Caractérisation des communautés benthiques de la ZPM Manicouagan – II : photos sous-marines et récolte	Quatorze transects de 0 à 30 m dans l'infralittoral de l'est à l'ouest de la ZPM ont été échantillonnés. - Au moyen de photos sous-marines prises à tous les 10 secondes. Les organismes ont été identifiés	2007

ID	Nom du projet / programme et personne ressource	Description	Année d'étude
	d'organismes dans l'infralittoral MPO, IML L. Provencher et J. Munro	et dénombrés pour chacune des photos. - Au moyen d'une drague hydraulique avec laquelle les organismes ont été prélevés à 7,5 m, 15 m et 30 m de profondeur sur chaque transect (42 stations au total). Les organismes retenus sur une maille de 2 mm ont été identifiés, dénombrés et pesés par espèce.	
R-06	Caractérisation des communautés benthiques de la ZPM Manicouagan – III : récolte d'organismes de 50 à 320 m MPO, IML L. Provencher	Un échantillonnage à l'aide d'une benne de 0,5 m^3 a été effectué sur 40 des stations échantillonnées en 2006 (R-04), ainsi que sur 15 stations supplémentaires, de 50 à 320 m. Les organismes retenus sur une maille de 2 mm ont été identifiés, dénombrés et pesés par espèce.	2008
R-07	Cartographie des marais et des herbiers de zostères de la ZPM Manicouagan au moyen d'imageries satellitaires MPO, IML L. Provencher	Des images optiques IKONOS et ASTER ont été utilisées pour réaliser la cartographie des marais et des herbiers de zostères de la ZPM Manicouagan dans le cadre d'un projet plus vaste (Programme de développement des applications en observation de la Terre) dont les objectifs étaient d'évaluer le potentiel des données RADARSAT-2 simulées et des images ENVISAT Asar pour la cartographie des éléments biophysiques des aires protégées marines et côtières en vue de proposer une méthode de suivi environnemental de ces sites d'intérêt en zone côtière. Ce projet a été réalisé par Geomat International, filiale du Groupe Alta et le groupe SNC-Lavalin en collaboration avec l'Agence spatiale canadienne, Pêches et Océans Canada, Environnement Canada, le Service canadien de la faune, région du Québec et le Centre Saint-Laurent. Trois sites ont été retenus dans le cadre de ce projet : la région de Lévis-Montmagny, l'Isle-Verte et la péninsule de Manicouagan ont servi comme sites de développement de la méthodologie. Les résultats obtenus avec les 2 images ASTER et IKONOS sont présentés à l'intérieur du rapport soumis en 2006 à l'Agence spatiale canadienne - *Évaluation du potentiel de cartographie des éléments biophysiques des aires protégées marines et côtières à l'aide d'images RADARSAT-2 simulées et ENVISAT* (Référence ASC : 9F028-3-4910/06). Ces données ont été reprises par la suite et analysées plus en détail pour les herbiers de zostères, de manière à évaluer leur superficie et à définir deux classes de densité : éparse et dense. Un article scientifique est en préparation (L. Provencher, IML, données inédites). De plus, la progression spatiale et temporelle de l'étendue des herbiers a été évaluée en comparant des images de	1986 2002 2004

ID	Nom du projet / programme et personne ressource	Description	Année d'étude
		1986 à celles de 2002 et 2004. Les cartes de l'étendue et de la distribution de la zostère produites dans cette étude sont le premier estimé quantitatif d'un herbier du Saint-Laurent. Elles serviront de base dans le programme de suivi de la ZPM Manicouagan. La grande échelle d'observation que nous offre les images satellitaires permettent de détecter les patrons des herbiers qui ne seraient pas visibles à plus petite échelle.	
R-08	Échantillonnage de la mye commune dans la zone infralittorale de la ZPM Manicouagan MPO, IML L. Provencher	Échantillonnage au moyen d'une petite drague hydraulique, entre 0 et 5 m au large des bancs de mye commune de Pointe-aux-Outardes et de Betsiamites, dans le but de localiser la limite au large de ces bancs (L. Provencher, IML, données inédites).	2006
R-09	Distribution et écologie des poissons démersaux MPO, IML J.-D. Dutil	Le but de cette étude est de cartographier la distribution des espèces démersales dans l'estuaire du Saint-Laurent, de déterminer les conditions océanographiques associées à ces espèces et de récolter des spécimens pour décrire la croissance et l'écologie de ces espèces et au besoin confirmer les identifications. Deux missions avec le NGCC *Calanus II* ont eu lieu dans la ZPM Manicouagan : En juillet (No. mission : IML-2004-047) et octobre 2004 (No. mission : IML-2004-066).	2004
R-10	Système de gestion des données océanographiques (extraction du 26/01 2009) MPO, IML B. Pelchat	Le Système de gestion des données océanographiques est une application informatique qui permet aux utilisateurs d'obtenir des données océanographiques recueillies par les scientifiques du MPO dans les eaux du Saint-Laurent. http://ogsl.ca/fr/systemes.html	1979-
M-11	Réseau des thermographes de l'IML MPO, IML B. Pettigrew	Le réseau de thermographes de l'IML du MPO est permanent et consiste en une vingtaine de stations où l'on mesure la température de façon à peu près continue depuis 1993. Ces mesures couvrent des profondeurs allant généralement de 1 à 30 mètres, mais certaines stations vont jusqu'à 100 mètres (par exemple Havre-St-Pierre). http://eole.osl.gc.ca/thermo/index.html	1993-
M-12	Suivi des masses d'eaux hivernales – mission héliportée dans le golfe du Saint-Laurent MPO, IML P. Galbraith	Au mois de mars, chaque année, autour de 60 stations sont visitées dans l'estuaire maritime et le golfe du Saint-Laurent utilisant les hélicoptères de la garde côtière comme plateforme d'échantillonnage. Environ 10 stations se trouvent dans l'estuaire maritime. Les données recueillies sont température, salinité, sels nutritifs en surface et plancton.	1996-
R-13	Prévisions de courants de	Ces prévisions de courants de surface proviennent	

ID	Nom du projet / programme et personne ressource	Description	Année d'étude
	surface du golfe du Saint-Laurent MPO, IML D. Lefaivre	d'un modèle numérique tridimensionnel faisant la synthèse de la circulation océanique en tenant compte du régime tidal et hydrologique du Saint-Laurent et de ses conditions atmosphériques. Le modèle est validé dans le cadre de divers développements scientifiques et opérationnels du MPO. La validation comprend plusieurs comparaisons avec des mesures océanographiques diverses. http://ogsl.ca/fr/ocean/donnees/courants.html	
M-14	Programme de monitorage des algues toxiques MPO, IML M. Starr	Le programme de monitorage des algues toxiques de la région du Québec couvre l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, avec onze stations côtières échantillonnées hebdomadairement de mai à octobre depuis 1989. Le programme de monitorage a pour objectifs : 1) d'identifier et suivre l'évolution à court et à long termes des algues toxiques ou nuisibles présentes dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, et 2) de déterminer les facteurs responsables de leurs apparitions et évolutions. Lors de l'échantillonnage des algues, toutes les espèces de la communauté sont identifiées. Il est reconnu que le suivi de la composition de cette communauté est un indicateur de l'état de l'écosystème et des changements à long termes (climatiques, eutrophisation, acidification). Une station se trouve à Baie-Comeau. Les données sont mises à disposition sur l'Observatoire du Saint-Laurent. http://ogsl.ca/fr/phytoplancton.html	1989-
R-15	Programme de recherche sur les causes et impacts de l'hypoxie dans les eaux profondes de l'estuaire et du golfe Saint-Laurent MPO, IML D. Gilbert	Des travaux récents (Gilbert *et al.* 2005) montrent que la concentration en oxygène dissous à 300 m et plus de profondeur dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent était 2 fois plus élevée dans les années 1930 qu'au cours des deux dernières décennies. Environ les deux tiers de la baisse en oxygène seraient attribuables à une diminution de la proportion d'eau du courant du Labrador pénétrant dans l'embouchure du chenal Laurentien. Mais comme cela n'explique pas la totalité de la baisse d'oxygène observée, il importe d'examiner les autres mécanismes ayant pu être impliqués dans cette baisse. De plus, les impacts de l'hypoxie sur le benthos et les poissons devront être examinés. Le programme de recherche s'adresse à de multiples facettes de l'hypoxie. L'INRS, l'UQAR et l'ISMER sont aussi impliqués dans ce programme.	2005-2011
M-16	Programme de salubrité des eaux coquillières (fait partie du Programme canadien de contrôle de la salubrité des	Environnement Canada est responsable de l'évaluation de la qualité de l'eau et de la classification des zones de croissance des mollusques. Il surveille régulièrement la qualité bactériologique	1948-

ID	Nom du projet / programme et personne ressource	Description	Année d'étude
	mollusques) Environnement Canada	des eaux coquillières, qui est déterminée par la présence de coliformes fécaux dans les échantillons d'eau prélevés sur le site. Les résultats permettent de classer les secteurs et recommander l'ouverture ou la fermeture auprès du ministère des Pêches et des Océans du Canada, chargé de prendre la décision finale. Chaque secteur comprend plusieurs stations de collecte d'échantillons d'eau. Au total, il y a environ 65 secteurs qui sont échantillonnés par an, 850 stations d'échantillonnage, et 4000 échantillons qui sont prélevés et analysés. Les responsables planifient l'échantillonnage des secteurs coquilliers qui est réalisé ensuite par des consultants mandatés par Environnement Canada. Les consultants effectuent les analyses bactériologiques des échantillons prélevés entre mai et octobre. Un rapport est remis à Environnement Canada qui supervise et contrôle le travail des consultants (activités de terrain, de laboratoire et élaboration des rapports).	
M-17	Programme de contrôle des biotoxines marines (fait partie du Programme canadien de contrôle de la salubrité des mollusques) Agence canadienne d'inspection des aliments	L'Agence canadienne d'inspection des aliments contrôle la qualité des mollusques lors de leur manutention, transformation et commercialisation, qu'ils soient destinés à l'exportation ou à l'importation. Elle effectue aussi un suivi des biotoxines marines dans la chair des mollusques pour s'assurer d'un seuil acceptable. L'Agence est chargée de recueillir et d'analyser des échantillons de coquillages sur les secteurs coquilliers et aux usines de transformation et de formuler des recommandations sur l'ouverture et la fermeture des zones coquillières au ministère des Pêches et des Océans, qui les applique.	1948-
M-18	Programme de monitorage de la zone atlantique MPO, IML M. Starr	Le programme de monitorage de la zone atlantique a été mis en œuvre en 1998 et implique les régions du Golfe, du Québec, des Maritimes et de Terre-Neuve du MPO. Il vise à suivre et prévoir les changements de productivité et d'état du milieu marin. Il utilise des programmes existants et les complète au besoin. Les objectifs sont de récolter et d'analyser les données biologiques, physiques et chimiques requises pour caractériser la variabilité océanique et pour établir des relations entre les variables biologiques, physiques et chimiques. Un élément clé du programme est l'échantillonnage océanographique à des stations fixes et le long des transects. Les stations fixes sont visitées à environ toutes les deux semaines, dépendant des conditions, et les transects sont échantillonnés de 1 à 2 fois durant l'année. L'échantillonnage régulier comprend des mesures de température, salinité,	1996-

ID	Nom du projet / programme et personne ressource	Description	Année d'étude
		fluorescence, oxygène, nitrates, phosphates et silicates, ainsi que la collecte d'échantillons de phytoplancton et de zooplancton. http://www.meds-sdmm.dfo-mpo.gc.ca/isdm-gdsi/azmp-pmza/index-fra.html	
M-19	Télédétection de la température de surface de l'eau MPO, IML P. Larouche	Le laboratoire de télédétection de l'IML opère deux stations de réception d'images satellitaires (Mont-Joli et Resolute Bay) qui lui permettent d'acquérir les données en provenance des satellites météorologiques de la National Oceanic and Atmospheric Administration. Ces données servent à calculer la température de surface de la mer et sont utilisées dans le cadre de projets de recherche océanographiques ainsi que pour le monitorage des écosystèmes. Ces images peuvent ainsi permettre de suivre l'évolution de divers phénomènes physiques et leur couplage à des processus biologiques. http://ogsl.ca/fr/teledetection/donnees.html	—
M-20	Station de monitorage de Rimouski MPO, IML P. Joly	Une station de monitorage des copépodes et du phytoplancton est située à 20 km au large de la marina de Rimouski (48°40' N, 68°35' O). L'échantillonnage débute dès avril-début mai et se termine le plus tard possible afin de couvrir l'ensemble du cycle saisonnier des espèces de copépodes dominants dans cette région fort dynamique de l'estuaire maritime (20 à 25 sorties par année). Voir une description détaillée dans le bulletin PMZA 2009, no 8, p51.	1993-
M-21	Télédétection de la couleur et de la productivité primaire de l'océan DFO, BIO G. Harrison	L'objectif de ces travaux consiste à créer une série chronologique d'images décrivant les conditions physiques et biologiques de l'Atlantique nord-ouest qui peut servir d'outil de recherche pour étudier les interactions entre les pêches et les fonctions de l'écosystème. Les données pour ces images ont été reçues en temps réel par la station réceptrice de la Section d'océanographie biologique de l'Institut océanographique de Bedford. Les images des concentrations de chlorophylle sont produites à partir des données du projet SeaWiFS recueillies par le satellite OrbView-2, et les images de production primaire, à partir des données de concentration de chlorophylle et de température intégrées sur une base bimensuelle.	—
M-22	Relevés multispécifiques pour l'évaluation des stocks MPO, IML D. Archambault	Depuis 1990, chaque mois d'août dans le nord du golfe du Saint-Laurent, un relevé multispécifique est réalisé pour l'évaluation des stocks de poissons de fond et de crevette. Le but est d'établir des indices d'abondance et de biomasse pour les différentes espèces afin de recommander les niveaux	1990-

ID	Nom du projet / programme et personne ressource	Description	Année d'étude
		d'exploitation et les totaux admissibles des captures. En 2008, la couverture de la division 4T a été accrue dans la partie amont de l'estuaire, en y ajoutant quatre strates afin de répertorier les profondeurs comprises entre 20 et 100 brasses (37 à 183 m). Dans chacune des strates, les stations sont choisies au hasard et leur position varie d'une année à l'autre. Les principaux objectifs du relevé depuis 2008 sont : 1) obtenir des estimations d'abondance et de biomasse pour une dizaine d'espèces démersales, en préciser la répartition spatiale et déterminer leurs caractéristiques biologiques; 2) récolter des données sur les autres espèces dans le cadre de l'approche écosystémique; 3) obtenir, en parallèle, un portrait des conditions environnementales de l'estuaire et du nord du golfe; 4) inventorier le zooplancton et en évaluer l'abondance. Une analyse de présence/absence des poissons pélagiques récoltés lors de la remontée du chalut est effectuée. Avec l'ajout des nouvelles strates, quatre traits de chalut en 2008 et un en 2009 ont été échantillonnées dans la ZPM (Figure 2).	
M-23	Biodiversité benthique sur les bouées de navigation De 1975 à 1985 : Université Laval E. Bourget Depuis 2004 : ISMER P. Archambault	Plus de 1 200 bouées (environ 600 en eau douce et 600 en eau salée) sont utilisées pour la navigation dans le fleuve Saint-Laurent. Ces bouées sont retirées et nettoyées annuellement par la garde côtière. Ce qui en fait des collecteurs d'organismes benthiques adéquats. Contrairement aux organismes planctoniques, les organismes benthiques sont intégrateurs des changements environnementaux qui surviennent dans un secteur. Ils sont reconnus par plusieurs comme les organismes idéaux pour les suivis environnementaux. Edwin Bourget de l'Université Laval a réalisé une série temporelle entre 1975 et 1985, et ce pour 161 bouées situées dans la portion entre Québec et le Détroit de Belle-Isle sur la Côte-Nord et la Baie-des-Chaleurs sur la Rive-Sud. Cette banque de données a été léguée à Philippe Archambault (ISMER) en 2004. Le but est d'identifier et d'échantillonner environ 150 bouées de navigation dans les différents secteurs du Saint-Laurent (estuaire, golfe).	1975-1985
M-24	Évaluation de la biomasse du zooplancton de l'estuaire et du golfe du St-Laurent MPO, IML M. Harvey	Des échantillons de zooplancton sont cueillis sur une grille de 44 stations dans l'ouest du golfe et l'estuaire maritime afin d'évaluer la biomasse de macrozooplancton une fois par an. Le mésozooplancton est récolté et conservé, mais pas analysé.	1994

ID	Nom du projet / programme et personne ressource	Description	Année d'étude
M-25	Réseau des observateurs du capelan MPO, IML P. Nellis	En 2002, la division de la gestion des océans, Région du Québec, en collaboration avec les secteurs maritimes et des partenaires locaux, a mis sur pied le Réseau des observateurs du capelan. Ce réseau fait appel au public en général pour identifier les sites de reproduction et les dates où le capelan fraie afin de documenter et de mieux protéger ces habitats et leur capacité de production.	2002-
R-26	Table de concertation sur le phoque commun de l'estuaire de Saint-Laurent Le Réseau d'observation de mammifères marins	Le Réseau d'observation de mammifères marins qui s'intéresse beaucoup à la situation de phoque commun dans le Saint-Laurent, a mis sur pied une table de concertation dans le but d'élaborer un plan d'action commun assurant la protection et la mise en valeur du phoque commun et de son habitat. La zone d'intervention comprend l'estuaire moyen et maritime et une partie de la rivière Saguenay jusqu'à la municipalité de Saint-Basile-de-Tableau. La Table de concertation est désormais constituée des principaux intervenants de l'estuaire du Saint-Laurent, préoccupés par la situation de l'espèce. Elle compte actuellement 12 organismes et ministères de la zone d'intervention (fédéraux et provinciaux).	2003-
R-27	Interprétation des données océanographiques (courant, température et salinité) de la ZPM Centre Interdisciplinaire de Développement en Cartographie des Océans	À partir de données obtenues du modèle océanographique de F. Saucier (2003) à l'échelle du golfe du Saint-Laurent sur une grille de 5 km, une interpolation des données océanographiques a permis de créer des cartes de courant, température et salinité sur le fond et en surface (minimum, maximum, moyenne et variance annuels moyennés sur 5 ans de 1997 à 2001) pour la ZPM. La méthode choisie pour l'interpolation est la 'Mutilevel B-Spline' et a été mise au point à l'aide du logiciel SAGA GIS (http://www.saga-gis.org/en/index.html). Ces interpolations sont la première étape d'un projet non-complété de cartographie de la sensibilité de l'environnement marin pour la ZPM Manicouagan. Cette première étape du projet a été réalisée par le Centre Interdisciplinaire de Développement en Cartographie des Océans pour le MPO. Les résultats de ces interpolations ont été remis en 2009 à L. Provencher (IML) dans un rapport interne (Référence : 221-0809).	2007
R-28	Relevés hydroacoustiques dans le Saint-Laurent des Escoumins à Gaspé MPO, IML Ian McQuinn	En 2008 et 2009 des relevés hydroacoustiques ont été réalisés dans le Saint-Laurent des Escoumins à Gaspé. Cette mission s'inscrit dans le cadre de l'initiative de recherche sur l'écosystème, dans un projet qui étudie le rôle des espèces fourragères dans la distribution des rorquals bleus et de leurs aires d'alimentation dans	2008 2009

ID	Nom du projet / programme et personne ressource	Description	Année d'étude
		l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. Le but premier consiste à établir la distribution synoptique des densités de zooplancton et particulièrement du krill et des petits poissons pélagiques (les poissons de fond sont également visés). L'objectif final est d'établir des cartes de distribution spatio-temporelle des proies des rorquals afin de délimiter les aires potentielles d'alimentation. Des profils CTD ont également été effectués a une fréquence d'environ un par jour, afin de caractériser les masses d'eau. Afin de valider les écholocations des bancs de krill, le plan prévoit de déployer un filet conique équipé d'un stroboscope (*jacknet*) à une dizaine de reprises. Cet engin, en expérimentation, permet de capturer le krill grâce à l'effet du flash sur le comportement des individus et du banc d'euphausides. L'analyse permettra de déterminer la composition des espèces, ainsi que leur abondance et biomasse.	
R-29	Échantillonnage de larves de poissons dans l'estuaire maritime et le fjord du Saguenay MPO, IML Patrick Ouellet	Un échantillonnage de larves de poissons a été réalisé en mai, juin, juillet et septembre 2009 et 2010 dans l'estuaire maritime et le fjord du Saguenay. Cet échantillonnage a pour but d'identifier les espèces composant la communauté de poissons et de détecter les évènements de transport de larves de poissons de l'estuaire maritime vers le fjord du Saguenay. L'échantillonnage effectué aux différentes stations comprenait : un profil CTD de la colonne d'eau, des traits de filets bongo (0-50 m et 0-10 m du fond), un trait de filet *jackNet* sur toute la colonne d'eau aux stations identifiées 'krill'.	2009-2010
R-30	Pêche exploratoire pour la mactre de Stimpson MPO, IML Jean Lambert	Pêche exploratoire pour la mactre de Stimpson effectuée entre Port-Cartier et Betsiamites	1993
M-31	Stratégies démographiques et stratégies d'acquisition des ressources d'un prédateur marin supérieur, le phoque commun (*P. vitulina*) au sein d'un écosystème estuarien : influence des conditions environnementales Université Laval Gwenaël Beauplet	Dans le cadre général des changements globaux et de leurs conséquences, un programme de recherche à long terme se propose d'identifier les processus écologiques qui régissent les stratégies d'adaptation vitale de la population estuarienne de phoques communs du Saint-Laurent, en mettant l'accent sur les patrons de survie et de reproduction. L'approche consiste à établir des relations fonctionnelles entre la variabilité environnementale, les stratégies individuelles d'approvisionnement et les performances reproductrices du phoque commun. À plus long terme, ce programme permettra de déterminer les caractéristiques biodémographiques	2008-2012

ID	Nom du projet / programme et personne ressource	Description	Année d'étude
		(survie, fécondité) et génétique des phoques communs, ce qui représente un élément fondamental pour la compréhension de la dynamique de cette population. Les objectifs de ce programme de recherche sont de déterminer 1) les dates et la distribution saisonnière des naissances, ainsi que l'occupation des principaux sites d'échoueries dans l'estuaire; 2) les performances démographiques (survie et croissance du jeune, taux de survie, de reproduction et du succès reproducteur des femelles reproductrices et 3) l'effet des conditions environnementales sur leurs stratégies de pêche (indicateur de diète + utilisation de l'habitat + étude des stratégies de plongée) et des composantes biodémographiques. En outre, des échantillons sont prélevés à chaque capture à des fins d'analyses génétiques qui, permettront de caractériser plus précisément la population estuarienne de phoques communs, ainsi que d'évaluer les échanges avec le golfe. Ce suivi à long terme des aires de reproduction permettra d'identifier les périodes et les zones importantes où ces animaux risquent d'être plus sensibles aux perturbations. Une telle utilisation conjointe de disciplines complémentaires dans le cadre d'un programme de recherche à long terme contribuera à comprendre et prédire les conséquences des changements environnementaux sur l'écosystème de l'estuaire maritime du Saint-Laurent et la gestion de ses ressources.	

Liste d'acronymes utilisés dans cette annexe :

ZPM = Zone de protection marine

IML = Institut Maurice Lamontagne

MPO = Ministère des Pêches et Océans

BIO = Bedford Institute of Oceanography

INRS = Institut national de la recherche scientifique

UQAR = Université du Québec à Rimouski

ISMER = Institut des sciences de la mer à Rimouski

ANNEXE 6 MANDAT ET LISTE DES MEMBRES DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

Mandat :

Conseiller et assister l'équipe de la ZPM sur le suivi écologique et la recherche à effectuer afin d'évaluer l'atteinte des objectifs de conservation et l'efficacité de la gestion de la ZPM

1. Sélectionner et prioriser les composantes sur lesquelles bâtir un suivi
2. Recommander des indicateurs pour le plan de suivi
3. Identifier les experts pour élaborer les protocoles de suivi pour les indicateurs choisis
4. Identifier les experts en mesure d'effectuer le suivi
5. Identifier les besoins en projets de recherche
6. Sur une base régulière, examiner les résultats de recherche et de suivi et, si nécessaire, recommander des ajustements des mesures de gestion

Membres :

Direction régionale des sciences (IML)

Sylvie Brulotte
Denis Chabot
Diane Lavoie
Michel Lebeuf
Jean-Sébastien Lauzon-Guay
Susanne Mark
Lizon Provencher

Direction régionale des océans, de l'habitat et des espèces en péril (IML)

Elaine Albert
Julie Bernier

Externe

Jean Munro

ANNEXE 7 FAUNE BENTHIQUE ET POISSONS DÉMERSAUX DANS LA ZPM

Liste taxonomique de la faune échantillonnée dans la ZPM Manicouagan entre 2006 et 2008. Noms : *World Register of Marine Species* (www.marinespecies.org), consulté en juillet 2010.

Phylum	Classe	Famille	Nom scientifique
Annelida	Clitellata (Oligochaeta)	Tubificidae	*Tubificoides*
Annelida	Polychaeta	Ampharetidae	*Amage*
Annelida	Polychaeta	Ampharetidae	*Ampharete acutifrons*
Annelida	Polychaeta	Ampharetidae	*Ampharete arctica*
Annelida	Polychaeta	Ampharetidae	*Ampharete baltica*
Annelida	Polychaeta	Ampharetidae	*Ampharete finmarchica*
Annelida	Polychaeta	Ampharetidae	*Ampharete goesi*
Annelida	Polychaeta	Ampharetidae	*Amphicteis gunneri*
Annelida	Polychaeta	Ampharetidae	*Anobothrus gracilis*
Annelida	Polychaeta	Ampharetidae	*Asabellides lineata*
Annelida	Polychaeta	Ampharetidae	*Asabellides oculata*
Annelida	Polychaeta	Ampharetidae	*Auchenoplax crinita*
Annelida	Polychaeta	Ampharetidae	*Glyphanostomum pallescens*
Annelida	Polychaeta	Ampharetidae	*Lysippe labiata*
Annelida	Polychaeta	Ampharetidae	*Melinna cristata*
Annelida	Polychaeta	Ampharetidae	*Melinna elisabethae*
Annelida	Polychaeta	Ampharetidae	*Neosabellides*
Annelida	Polychaeta	Ampharetidae	*Neosabellides oceanica*
Annelida	Polychaeta	Ampharetidae	*Sabellides octocirrata*
Annelida	Polychaeta	Ampharetidae	*Samytha sexcirrata*
Annelida	Polychaeta	Arenicolidae	*Arenicola marina*
Annelida	Polychaeta	Capitellidae	*Capitellides giardi*
Annelida	Polychaeta	Capitellidae	*Heteromastus filiformis*
Annelida	Polychaeta	Capitellidae	*Mediomastus ambiseta*
Annelida	Polychaeta	Chaetopteridae	*Spiochaetopterus typicus*
Annelida	Polychaeta	Cirratulidae	*Chaetozone setosa*
Annelida	Polychaeta	Cirratulidae	*Tharyx*
Annelida	Polychaeta	Cossuridae	*Cossura longocirrata*
Annelida	Polychaeta	Dorvilleidae	*Parougia caeca*
Annelida	Polychaeta	Dorvilleidae	*Schistomeringos caeca*
Annelida	Polychaeta	Eunicidae	Eunicidae
Annelida	Polychaeta	Flabelligeridae	*Brada villosa*
Annelida	Polychaeta	Flabelligeridae	*Diplocirrus longisetosus*
Annelida	Polychaeta	Flabelligeridae	*Pherusa affinis*
Annelida	Polychaeta	Flabelligeridae	*Pherusa plumosa*
Annelida	Polychaeta	Flabelligeridae	*Stylaroides*

Phylum	Classe	Famille	Nom scientifique
Annelida	Polychaeta	Glyceridae	*Glycera capitata*
Annelida	Polychaeta	Goniadidae	*Goniada maculata*
Annelida	Polychaeta	Goniadidae	*Goniadella*
Annelida	Polychaeta	Hesionidae	Hesionidae
Annelida	Polychaeta	Lumbrineridae	*Lumbrinerides acuta*
Annelida	Polychaeta	Lumbrineridae	*Lumbrineris fauchaldi*
Annelida	Polychaeta	Lumbrineridae	*Lumbrineris fragilis*
Annelida	Polychaeta	Lumbrineridae	*Lumbrineris impatiens*
Annelida	Polychaeta	Lumbrineridae	*Lumbrineris latreilli*
Annelida	Polychaeta	Lumbrineridae	*Lumbrineris tenuis*
Annelida	Polychaeta	Lumbrineridae	*Ninoe nigripes*
Annelida	Polychaeta	Lumbrineridae	*Scoletoma tetraura*
Annelida	Polychaeta	Maldanidae	*Axiothella catenata*
Annelida	Polychaeta	Maldanidae	*Clymenura polaris*
Annelida	Polychaeta	Maldanidae	*Maldane glebifex*
Annelida	Polychaeta	Maldanidae	*Maldane sarsi*
Annelida	Polychaeta	Maldanidae	*Nicomache lumbricalis*
Annelida	Polychaeta	Maldanidae	*Nicomache personata*
Annelida	Polychaeta	Maldanidae	*Notoproctus oculatus*
Annelida	Polychaeta	Maldanidae	*Petaloproctus tenuis*
Annelida	Polychaeta	Maldanidae	*Praxillella affinis*
Annelida	Polychaeta	Maldanidae	*Praxillella gracilis*
Annelida	Polychaeta	Maldanidae	*Praxillella gracilis orientalis*
Annelida	Polychaeta	Maldanidae	*Praxillella praetermissa*
Annelida	Polychaeta	Maldanidae	*Praxillura longissima*
Annelida	Polychaeta	Maldanidae	*Praxillura ornata*
Annelida	Polychaeta	Maldanidae	*Rhodine gracilior*
Annelida	Polychaeta	Maldanidae	*Rhodine loveni*
Annelida	Polychaeta	Nephtyidae	*Aglaophamus circinata*
Annelida	Polychaeta	Nephtyidae	*Aglaophamus neotenus*
Annelida	Polychaeta	Nephtyidae	*Nephtys bucera*
Annelida	Polychaeta	Nephtyidae	*Nephtys caeca*
Annelida	Polychaeta	Nephtyidae	*Nephtys ciliata*
Annelida	Polychaeta	Nephtyidae	*Nephtys discors*
Annelida	Polychaeta	Nephtyidae	*Nephtys incisa*
Annelida	Polychaeta	Nephtyidae	*Nephtys longosetosa*
Annelida	Polychaeta	Nephtyidae	*Nephtys neotena*
Annelida	Polychaeta	Nephtyidae	*Nephtys paradoxa*
Annelida	Polychaeta	Nereididae	*Alitta succinea*
Annelida	Polychaeta	Nereididae	*Ceratocephale loveni*

Phylum	Classe	Famille	Nom scientifique
Annelida	Polychaeta	Nereididae	*Hediste diversicolor*
Annelida	Polychaeta	Nereididae	*Nereis grayi*
Annelida	Polychaeta	Oenonidae	*Arabella iricolor*
Annelida	Polychaeta	Oenonidae	*Drilonereis magna*
Annelida	Polychaeta	Onuphidae	*Nothria*
Annelida	Polychaeta	Onuphidae	*Onuphis eremita*
Annelida	Polychaeta	Onuphidae	*Onuphis opalina*
Annelida	Polychaeta	Onuphidae	*Paradiopatra quadricuspis*
Annelida	Polychaeta	Opheliidae	*Armandia*
Annelida	Polychaeta	Opheliidae	*Ophelia limacina*
Annelida	Polychaeta	Opheliidae	*Ophelia rullieri*
Annelida	Polychaeta	Opheliidae	*Ophelina acuminata*
Annelida	Polychaeta	Opheliidae	*Ophelina breviata*
Annelida	Polychaeta	Opheliidae	*Ophelina cylindricaudata*
Annelida	Polychaeta	Opheliidae	*Travisia forbesii*
Annelida	Polychaeta	Orbiniidae	*Scoloplos acutus*
Annelida	Polychaeta	Orbiniidae	*Scoloplos armiger*
Annelida	Polychaeta	Oweniidae	*Galathowenia oculata*
Annelida	Polychaeta	Oweniidae	*Myriochele heeri*
Annelida	Polychaeta	Oweniidae	*Myriochele pygidialis*
Annelida	Polychaeta	Oweniidae	*Owenia fusiformis*
Annelida	Polychaeta	Paraonidae	*Aricidea catherinae*
Annelida	Polychaeta	Paraonidae	*Aricidea quadrilobata*
Annelida	Polychaeta	Paraonidae	*Aricidea suecica*
Annelida	Polychaeta	Paraonidae	*Levinsenia gracilis*
Annelida	Polychaeta	Paraonidae	*Paradoneis lyra*
Annelida	Polychaeta	Paraonidae	*Paraonis fulgens*
Annelida	Polychaeta	Pectinariidae	*Pectinaria granulata*
Annelida	Polychaeta	Pholoidae	*Pholoe longa*
Annelida	Polychaeta	Pholoidae	*Pholoe minuta*
Annelida	Polychaeta	Phyllodocidae	*Eteone barbata*
Annelida	Polychaeta	Phyllodocidae	*Eteone flava*
Annelida	Polychaeta	Phyllodocidae	*Eteone longa*
Annelida	Polychaeta	Phyllodocidae	*Eteone trilineata*
Annelida	Polychaeta	Phyllodocidae	*Eulalia*
Annelida	Polychaeta	Phyllodocidae	*Phyllodoce maculata*
Annelida	Polychaeta	Pilargidae	*Ancistrosyllis groenlandica*
Annelida	Polychaeta	Polynoidae	*Arcteobia anticostiensis*
Annelida	Polychaeta	Polynoidae	*Bylgides sarsi*
Annelida	Polychaeta	Polynoidae	*Enipo gracilis*

Phylum	Classe	Famille	Nom scientifique
Annelida	Polychaeta	Polynoidae	*Enipo torelli*
Annelida	Polychaeta	Polynoidae	*Eunoe nodosa*
Annelida	Polychaeta	Polynoidae	*Gattyana cirrhosa*
Annelida	Polychaeta	Polynoidae	*Harmothoe extenuata*
Annelida	Polychaeta	Polynoidae	*Harmothoe imbricata*
Annelida	Polychaeta	Polynoidae	*Hartmania moorei*
Annelida	Polychaeta	Polynoidae	*Nemidia microlepida*
Annelida	Polychaeta	Polynoidae	*Polynoe gracilis*
Annelida	Polychaeta	Sabellidae	*Chone duneri*
Annelida	Polychaeta	Sabellidae	*Chone infundibuliformis*
Annelida	Polychaeta	Sabellidae	*Euchone elegans*
Annelida	Polychaeta	Sabellidae	*Euchone incolor*
Annelida	Polychaeta	Sabellidae	*Euchone papillosa*
Annelida	Polychaeta	Sabellidae	*Jasmineira elegans*
Annelida	Polychaeta	Sabellidae	*Laonome kroyeri*
Annelida	Polychaeta	Sabellidae	*Potamilla neglecta*
Annelida	Polychaeta	Sabellidae	*Sabella*
Annelida	Polychaeta	Scalibregmidae	*Polyphysia crassa*
Annelida	Polychaeta	Scalibregmidae	*Scalibregma inflatum*
Annelida	Polychaeta	Serpulidae	Serpulidae
Annelida	Polychaeta	Sigalionidae	*Neoleanira tetragona*
Annelida	Polychaeta	Spionidae	*Laonice cirrata*
Annelida	Polychaeta	Spionidae	*Marenzelleria viridis*
Annelida	Polychaeta	Spionidae	*Microspio theeli*
Annelida	Polychaeta	Spionidae	*Polydora concharum*
Annelida	Polychaeta	Spionidae	*Polydora websteri*
Annelida	Polychaeta	Spionidae	*Prionospio cirrifera*
Annelida	Polychaeta	Spionidae	*Prionospio steenstrupi*
Annelida	Polychaeta	Spionidae	*Pygospio elegans*
Annelida	Polychaeta	Spionidae	*Scolelepis squamata*
Annelida	Polychaeta	Spionidae	*Spio filicornis*
Annelida	Polychaeta	Spionidae	*Spio setosa*
Annelida	Polychaeta	Spionidae	*Spiophanes kroeyeri*
Annelida	Polychaeta	Spirorbidae	*Spirorbis borealis*
Annelida	Polychaeta	Sternaspidae	*Sternaspis scutata*
Annelida	Polychaeta	Syllidae	*Exogone dispar*
Annelida	Polychaeta	Syllidae	*Exogone verugera*
Annelida	Polychaeta	Syllidae	*Syllis gracilis*
Annelida	Polychaeta	Terebellidae	*Amphitrite cirrata*
Annelida	Polychaeta	Terebellidae	*Artacama proboscidea*

Phylum	Classe	Famille	Nom scientifique
Annelida	Polychaeta	Terebellidae	*Axionice flexuosa*
Annelida	Polychaeta	Terebellidae	*Axionice maculata*
Annelida	Polychaeta	Terebellidae	*Lanassa venusta*
Annelida	Polychaeta	Terebellidae	*Laphania boecki*
Annelida	Polychaeta	Terebellidae	*Leaena ebranchiata*
Annelida	Polychaeta	Terebellidae	*Lysilla loveni*
Annelida	Polychaeta	Terebellidae	*Neoamphitrite figulus*
Annelida	Polychaeta	Terebellidae	*Neoamphitrite grayi*
Annelida	Polychaeta	Terebellidae	*Neoamphitrite groenlandica*
Annelida	Polychaeta	Terebellidae	*Nicolea venustula*
Annelida	Polychaeta	Terebellidae	*Polycirrus eximius*
Annelida	Polychaeta	Terebellidae	*Proclea grafii*
Annelida	Polychaeta	Trichobranchidae	*Terebellides stroemii*
Annelida	Polychaeta	Trichobranchidae	*Trichobranchus glacialis*
Annelida	Polychaeta	Trochochaetidae	*Trochochaeta carica*
Annelida	Polychaeta	Trochochaetidae	*Trochochaeta multisetosa*
Annelida	Polychaeta	Trochochaetidae	*Trochochaeta watsoni*
Arthropoda	Malacostraca	Aegidae	*Syscenus infelix*
Arthropoda	Malacostraca	Ampeliscidae	*Ampelisca declivitatis*
Arthropoda	Malacostraca	Ampeliscidae	*Ampelisca eschrichtii*
Arthropoda	Malacostraca	Ampeliscidae	*Ampelisca macrocephala*
Arthropoda	Malacostraca	Ampeliscidae	*Ampelisca vadorum*
Arthropoda	Malacostraca	Ampeliscidae	*Byblis gaimardi*
Arthropoda	Malacostraca	Ampeliscidae	*Haploops tubicola*
Arthropoda	Malacostraca	Anarthruridae	*Akanthophoreus gracilis*
Arthropoda	Malacostraca	Anarthruridae	*Akanthophoreus longiremis*
Arthropoda	Malacostraca	Aoridae	*Unciola irrorata*
Arthropoda	Malacostraca	Bodotriidae	*Leptocuma*
Arthropoda	Malacostraca	Calliopiidae	*Calliopius laeviusculus*
Arthropoda	Malacostraca	Calliopiidae	*Oradarea longimana*
Arthropoda	Malacostraca	Calocarididae	*Calocaris templemani*
Arthropoda	Malacostraca	Cancridae	*Cancer irroratus*
Arthropoda	Malacostraca	Caprellidae	Caprellidae
Arthropoda	Malacostraca	Corophiidae	*Corophium acherusicum*
Arthropoda	Malacostraca	Corophiidae	*Corophium crassicorne*
Arthropoda	Malacostraca	Corophiidae	*Corophium tuberculatum*
Arthropoda	Malacostraca	Corophiidae	*Crassicorophium bonellii*
Arthropoda	Malacostraca	Corophiidae	*Neohela monstrosa*
Arthropoda	Malacostraca	Crangonidae	*Argis dentata*
Arthropoda	Malacostraca	Crangonidae	*Sclerocrangon boreas*

Phylum	Classe	Famille	Nom scientifique
Arthropoda	Malacostraca	Diastylidae	*Brachydiastylis resima*
Arthropoda	Malacostraca	Diastylidae	*Diastylis edwardsii*
Arthropoda	Malacostraca	Diastylidae	*Diastylis glabra*
Arthropoda	Malacostraca	Diastylidae	*Diastylis goodsiri*
Arthropoda	Malacostraca	Diastylidae	*Diastylis lucifera*
Arthropoda	Malacostraca	Diastylidae	*Diastylis rathkei*
Arthropoda	Malacostraca	Diastylidae	*Leptostylis longimana*
Arthropoda	Malacostraca	Diastylidae	*Leptostylis villosa*
Arthropoda	Malacostraca	Dulichiidae	*Dulichia*
Arthropoda	Malacostraca	Dulichiidae	*Dyopedos arcticus*
Arthropoda	Malacostraca	Dulichiidae	*Paradulichia typica*
Arthropoda	Malacostraca	Eusiridae	*Rhachotropis inflata*
Arthropoda	Malacostraca	Eusiridae	*Rhachotropis oculata*
Arthropoda	Malacostraca	Gammaridae	*Gammarus duebeni*
Arthropoda	Malacostraca	Gammaridae	*Gammarus oceanicus*
Arthropoda	Malacostraca	Gammaridae	*Gammarus setosus*
Arthropoda	Malacostraca	Idoteidae	*Idotea*
Arthropoda	Malacostraca	Isaeidae	Isaeidae
Arthropoda	Malacostraca	Ischyroceridae	*Ischyrocerus anguipes*
Arthropoda	Malacostraca	Ischyroceridae	*Ischyrocerus commensalis*
Arthropoda	Malacostraca	Ischyroceridae	*Protomedeia fasciata*
Arthropoda	Malacostraca	Ischyroceridae	*Protomedeia stephenseni*
Arthropoda	Malacostraca	Lampropidae	*Lamprops fuscatus*
Arthropoda	Malacostraca	Lampropidae	*Lamprops quadriplicata*
Arthropoda	Malacostraca	Leptanthuridae	*Calathura brachiata*
Arthropoda	Malacostraca	Leptognathiidae	*Leptognathia breviremis*
Arthropoda	Malacostraca	Leuconidae	*Eudorella emarginata*
Arthropoda	Malacostraca	Leuconidae	*Eudorella gracilis*
Arthropoda	Malacostraca	Leuconidae	*Eudorellopsis biplicata*
Arthropoda	Malacostraca	Leuconidae	*Eudorellopsis deformis*
Arthropoda	Malacostraca	Leuconidae	*Eudorellopsis integra*
Arthropoda	Malacostraca	Leuconidae	*Leucon fulvus*
Arthropoda	Malacostraca	Liljeborgiidae	*Idunella aequicornis*
Arthropoda	Malacostraca	Lysianassidae	*Anonyx makarovi*
Arthropoda	Malacostraca	Lysianassidae	*Anonyx sarsi*
Arthropoda	Malacostraca	Lysianassidae	*Orchomenella minuta*
Arthropoda	Malacostraca	Lysianassidae	*Psammonyx nobilis*
Arthropoda	Malacostraca	Lysianassidae	*Psammonyx terranovae*
Arthropoda	Malacostraca	Lysianassidae	*Tmetonyx cicada*
Arthropoda	Malacostraca	Oregoniidae	*Chionoecetes opilio*

Phylum	Classe	Famille	Nom scientifique
Arthropoda	Malacostraca	Oregoniidae	*Hyas araneus*
Arthropoda	Malacostraca	Oregoniidae	*Hyas coarctatus*
Arthropoda	Malacostraca	Melitidae	*Ceradocus torelli*
Arthropoda	Malacostraca	Melitidae	*Melita dentata*
Arthropoda	Malacostraca	Melitidae	*Melita formosa*
Arthropoda	Malacostraca	Mysidae	*Boreomysis arctica*
Arthropoda	Malacostraca	Mysidae	*Mysis mixta*
Arthropoda	Malacostraca	Nannastacidae	*Campylaspis rubicunda*
Arthropoda	Malacostraca	Oedicerotidae	*Monoculopsis longicornis*
Arthropoda	Malacostraca	Oedicerotidae	*Oediceros borealis*
Arthropoda	Malacostraca	Oedicerotidae	*Oediceros saginatus*
Arthropoda	Malacostraca	Oedicerotidae	*Paroediceros lynceus*
Arthropoda	Malacostraca	Paguridae	*Pagurus arcuatus*
Arthropoda	Malacostraca	Pandalidae	*Pandalus borealis*
Arthropoda	Malacostraca	Pandalidae	*Pandalus montagui*
Arthropoda	Malacostraca	Photidae	*Photis reinhardi*
Arthropoda	Malacostraca	Photidae	*Photis tenuicornis*
Arthropoda	Malacostraca	Phoxocephalidae	*Harpinia antennaria*
Arthropoda	Malacostraca	Phoxocephalidae	*Harpinia cabotensis*
Arthropoda	Malacostraca	Phoxocephalidae	*Harpinia propinqua*
Arthropoda	Malacostraca	Phoxocephalidae	*Paraphoxus oculatus*
Arthropoda	Malacostraca	Pleustidae	*Neopleustes pulchellus*
Arthropoda	Malacostraca	Pseudocumatidae	*Petalosarsia declivis*
Arthropoda	Maxillopoda	Balanidae	*Balanus*
Arthropoda	Maxillopoda	Calanidae	*Calanus finmarchicus*
Arthropoda	Maxillopoda	Calanidae	*Calanus hyperboreus*
Arthropoda	Maxillopoda	Euchaetidae	*Paraeuchaeta norvegica*
Arthropoda	Maxillopoda	Metridinidae	*Metridia longa*
Arthropoda	Maxillopoda	Thalestridae	*Parathalestris*
Arthropoda	Ostracoda		Myodocopida
Arthropoda	Pycnogonida		Pycnogonida
Brachiopoda	Rhynchonellata	Hemithiridídae	*Hemithiris psittacea*
Bryozoa	Stenolaemata	Lichenoporidae	*Lichenopora*
Bryozoa			Bryozoa
Chaetognatha			Chaetognatha
Chlorophyta	Ulvophyceae	Cladophoraceae	*Rhizoclonium tortuosum*
Chordata	Actinopterygii	Agonidae	*Leptagonus decagonus*
Chordata	Actinopterygii	Ammodytidae	*Ammodytes americanus*
Chordata	Actinopterygii	Ammodytidae	*Ammodytes dubius*
Chordata	Actinopterygii	Cottidae	*Artediellus atlanticus*

Phylum	Classe	Famille	Nom scientifique
Chordata	Actinopterygii	Cottidae	*Artediellus uncinatus*
Chordata	Actinopterygii	Cottidae	*Gymnocanthus tricuspis*
Chordata	Actinopterygii	Cottidae	*Myoxocephalus*
Chordata	Actinopterygii	Cyclopteridae	*Careproctus reinhardti*
Chordata	Actinopterygii	Cyclopteridae	*Cyclopterus lumpus*
Chordata	Actinopterygii	Cyclopteridae	*Liparis*
Chordata	Actinopterygii	Macrouridae	*Nezumia bairdii*
Chordata	Actinopterygii	Pleuronectidae	*Reinhardtius hippoglossoides*
Chordata	Actinopterygii	Stichaeidae	*Leptoclinus maculatus*
Chordata	Actinopterygii	Zoarcidae	*Lycenchelys verrillii*
Chordata	Actinopterygii	Zoarcidae	*Lycodes lavalaei*
Chordata	Actinopterygii	Zoarcidae	*Lycodes vahlii*
Chordata	Ascidiacea	Molgulidae	*Molgula manhattensis*
Chordata	Ascidiacea	Molgulidae	*Molgula retortiformis*
Chordata	Ascidiacea	Styelidae	*Cnemidocarpa mollis*
Chordata	Ascidiacea	Styelidae	*Pelonaia corrugata*
Chordata	Ascidiacea	Styelidae	*Polycarpa fibrosa*
Chordata	Elasmobranchii	Rajidae	*Malacoraja senta*
Cnidaria	Anthozoa	Actiniidae	*Urticina felina*
Cnidaria	Anthozoa	Actinostolidae	*Stomphia coccinea*
Cnidaria	Anthozoa	Cerianthidae	*Cerianthus borealis*
Cnidaria	Anthozoa	Edwardsiidae	*Edwardsia sipunculoides*
Cnidaria	Anthozoa	Halcampidae	*Halcampa duodecimcirrata*
Cnidaria	Anthozoa	Hormathiidae	*Actinauge cristata*
Cnidaria	Anthozoa	Hormathiidae	*Stephanauge nexilis*
Cnidaria	Anthozoa	Nephtheidae	*Gersemia rubiformis*
Cnidaria	Anthozoa	Pennatulidae	*Pennatula aculeata*
Cnidaria	Anthozoa	Pennatulidae	*Pennatula grandis*
Cnidaria	Hydrozoa	Campanulariidae	*Obelia geniculata*
Cnidaria	Hydrozoa	Haleciidae	*Halecium*
Cnidaria	Hydrozoa	Sertulariidae	*Abietinaria filicula*
Cnidaria	Hydrozoa	Sertulariidae	*Sertularella*
Cnidaria	Hydrozoa		Hydrozoa
Echinodermata	Asteroidea	Asteriidae	*Leptasterias polaris*
Echinodermata	Asteroidea	Ctenodiscidae	*Ctenodiscus crispatus*
Echinodermata	Asteroidea	Echinasteridae	*Henricia*
Echinodermata	Asteroidea	Pterasteridae	*Pterasteridae*
Echinodermata	Asteroidea	Solasteridae	*Solaster endeca*
Echinodermata	Echinoidea	Echinarachniidae	*Echinarachnius parma*
Echinodermata	Echinoidea	Schizasteridae	*Brisaster fragilis*

Phylum	Classe	Famille	Nom scientifique
Echinodermata	Echinoidea	Strongylocentrotidae	*Strongylocentrotus droebachiensis*
Echinodermata	Echinoidea	Strongylocentrotidae	*Strongylocentrotus pallidus*
Echinodermata	Holothuroidea	Cucumariidae	*Pentamera calcigera*
Echinodermata	Holothuroidea	Phyllophoridae	*Ekmania barthii*
Echinodermata	Holothuroidea	Psolidae	*Psolus phantapus*
Echinodermata	Ophiuroidea	Amphiuridae	*Amphipholis squamata*
Echinodermata	Ophiuroidea	Amphiuridae	*Amphiura sundevalli*
Echinodermata	Ophiuroidea	Gorgonocephalidae	*Gorgonocephalus*
Echinodermata	Ophiuroidea	Ophiacanthidae	*Ophiacantha bidentata*
Echinodermata	Ophiuroidea	Ophiactidae	*Ophiopholis aculeata*
Echinodermata	Ophiuroidea	Ophiuridae	*Ophiura robusta*
Echinodermata	Ophiuroidea	Ophiuridae	*Ophiura sarsii*
Echinodermata	Ophiuroidea	Ophiuridae	*Stegophiura nodosa*
Granuloreticulosa	Foraminifera		Foraminifera
Hemichordata	Enteropneusta	Harrimaniidae	*Stereobalanus canadensis*
Mollusca	Bivalvia	Astartidae	*Astarte borealis*
Mollusca	Bivalvia	Astartidae	*Astarte crenata*
Mollusca	Bivalvia	Astartidae	*Astarte elliptica*
Mollusca	Bivalvia	Astartidae	*Astarte montagui*
Mollusca	Bivalvia	Astartidae	*Astarte undata*
Mollusca	Bivalvia	Cardiidae	*Cerastoderma pinnulatum*
Mollusca	Bivalvia	Cardiidae	*Clinocardium ciliatum*
Mollusca	Bivalvia	Cardiidae	*Serripes groenlandicus*
Mollusca	Bivalvia	Carditidae	*Cyclocardia borealis*
Mollusca	Bivalvia	Hiatellidae	*Cyrtodaria siliqua*
Mollusca	Bivalvia	Hiatellidae	*Hiatella arctica*
Mollusca	Bivalvia	Hiatellidae	*Panomya norvegica*
Mollusca	Bivalvia	Lyonsiidae	*Lyonsia arenosa*
Mollusca	Bivalvia	Mactridae	*Mactromeris polynyma*
Mollusca	Bivalvia	Mesodesmatidae	*Mesodesma arctatum*
Mollusca	Bivalvia	Myidae	*Mya arenaria*
Mollusca	Bivalvia	Myidae	*Mya pseudoarenaria*
Mollusca	Bivalvia	Myidae	*Mya truncata*
Mollusca	Bivalvia	Mytilidae	*Crenella decussata*
Mollusca	Bivalvia	Mytilidae	*Crenella glandula*
Mollusca	Bivalvia	Mytilidae	*Dacrydium vitreum*
Mollusca	Bivalvia	Mytilidae	*Musculus niger*
Mollusca	Bivalvia	Mytilidae	*Mytilus edulis*
Mollusca	Bivalvia	Nuculanidae	*Nuculana pernula*
Mollusca	Bivalvia	Nuculanidae	*Nuculana tenuisulcata*

Phylum	Classe	Famille	Nom scientifique
Mollusca	Bivalvia	Nuculidae	*Ennucula tenuis*
Mollusca	Bivalvia	Nuculidae	*Nucula delphinodonta*
Mollusca	Bivalvia	Nuculidae	*Nucula proxima*
Mollusca	Bivalvia	Pandoridae	*Pandora glacialis*
Mollusca	Bivalvia	Pectinidae	*Chlamys islandica*
Mollusca	Bivalvia	Pharidae	*Ensis directus*
Mollusca	Bivalvia	Pharidae	*Siliqua costata*
Mollusca	Bivalvia	Tellinidae	*Macoma balthica*
Mollusca	Bivalvia	Tellinidae	*Macoma calcarea*
Mollusca	Bivalvia	Tellinidae	*Tellina agilis*
Mollusca	Bivalvia	Thyasiridae	*Axinopsida orbiculata*
Mollusca	Bivalvia	Thyasiridae	*Thyasira flexuosa*
Mollusca	Bivalvia	Yoldiidae	*Megayoldia thraciaeformis*
Mollusca	Bivalvia	Yoldiidae	*Yoldia limatula*
Mollusca	Bivalvia	Yoldiidae	*Yoldia myalis*
Mollusca	Caudofoveata	Chaetodermatidae	*Chaetoderma canadense*
Mollusca	Gastropoda	Aporrhaidae	*Aporrhais occidentalis*
Mollusca	Gastropoda	Buccinidae	*Buccinum*
Mollusca	Gastropoda	Buccinidae	*Colus*
Mollusca	Gastropoda	Cancellariidae	*Admete*
Mollusca	Gastropoda	Capulidae	*Trichotropis borealis*
Mollusca	Gastropoda	Columbellidae	*Mitrella rosacea*
Mollusca	Gastropoda	Conidae	*Oenopota*
Mollusca	Gastropoda	Cylichnidae	*Acteocina canaliculata*
Mollusca	Gastropoda	Cylichnidae	*Cylichna alba*
Mollusca	Gastropoda	Hydrobiidae	*Hydrobia*
Mollusca	Gastropoda	Littorinidae	*Littorina*
Mollusca	Gastropoda	Lottiidae	*Testudinalia testudinalis*
Mollusca	Gastropoda	Muricidae	*Boreotrophon*
Mollusca	Gastropoda	Naticidae	*Cryptonatica affinis*
Mollusca	Gastropoda	Naticidae	*Euspira heros*
Mollusca	Gastropoda	Rissoidae	*Boreocingula globulus*
Mollusca	Gastropoda	Rissoidae	*Frigidoalvania pelagica*
Mollusca	Gastropoda	Solariellidae	*Solariella obscura*
Mollusca	Gastropoda	Solariellidae	*Solariella varicosa*
Mollusca	Gastropoda	Trochidae	*Margarites costalis*
Mollusca	Gastropoda	Trochidae	*Margarites olivaceus*
Mollusca	Gastropoda		Nudibranchia
Nematoda			Nematoda
Nemertina	Anopla	Carinomidae	*Carinoma*

Phylum	Classe	Famille	Nom scientifique
Nemertina	Anopla	Lineidae	*Micrura*
Nemertina	Enopla	Amphiporidae	*Amphiporus*
Nemertina	Enopla	Tetrastemmatidae	*Tetrastemma*
Phoronida			*Phoronis*
Sipuncula	Phascolosomatidea	Aspidosiphonidae	Aspidosiphonidae
Sipuncula	Sipunculidea	Golfingiidae	*Golfingia margaritacea*
Sipuncula	Sipunculidea	Phascolionidae	*Phascolion strombi*
Sipuncula	Sipunculidea	Sipunculidae	*Sipuncula*